

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

SECTIO SCIENTIARUM NATURALIUM PARS ZOOLOGICA

CURANT: A. ÁBRAHÁM ET B. FARKAS

ACTA ZOOLOGICA

TOMUS I, FASC. 1—4.

SZEGED, 1942.

EDITOR:

SODALITAS AMICORUM UNIVERSITATIS REGIAE HUNGARICAE
DE NICOLAO HORTHY NOMINATAE

A SZEGEDI EGYETEM KÖZLEMÉNYEI

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLY ÁLLATTANI
ÉRTEKEZÉSEI

SZERKESZTIK: ÁBRAHÁM AMBRUS ÉS FARKAS BÉLA

ACTA ZOOLOGICA

I. KÖTET 1—4. FÜZET

S Z E G E D, 1 9 4 2.

KIADÓ:

A M. KIR. HORTHY MIKLÓS TUDOMÁNYEGYETEM
BARÁTAINAK EGYESÜLETE

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

SECTIO SCIENTIARUM NATURALIUM PARS ZOOLOGICA
CURANT: A. ÁBRAHÁM ET B. FARKAS

ACTA ZOOLOGICA

TOMUS I. FASC. 1—4.

SZEGED, 1942.

EDITOR:

SODALITAS AMICORUM UNIVERSITATIS REGIAE HUNGARICAE
DE NICOLAO HORTHY NOMINATAE



A SZEGEDI EGYETEM KÖZLEMÉNYEI

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLY ÁLLATTANI
ÉRTEKEZÉSEI

SZERKESZTIK: ÁBRAHÁM AMBRUS ÉS FARKAS BÉLA

ACTA ZOOLOGICA

I. KÖTET 1—4. FÜZET

SZEGED, 1942.

KIADÓ:

A M. KIR. HORTHY MIKLÓS TUDOMÁNYEGYETEM
BARÁTAINAK EGYESÜLETE

AZ I. KÖTET 1—4. FÜZET TARTALMA.

INDEX TOM. I. FASC. 1—4.

<i>Dr. Ábrahám Ambrus:</i> Az emberi glomus caroticum idegrendszere —	3
<i>A. Ábrahám:</i> Über das Nervensystem des Glomus Caroticum beim Menschen — — — — —	32
<i>Dr. Farkas Béla:</i> Füllabyrinth vizsgálata Ostariophysi halakon —	51
<i>B. Farkas:</i> Untersuchungen über das Ohrlabyrinth der Ostariophysen Fische — — — — —	102

Az „Acta zoologica“ (I. kötet 1—4. füzet) c. folyóirat folytatását képezi az „Acta biologica. Pars zoologica“ (Tom. V. Fasc. 1—4)-nak (Szerkesztették: Farkas Béla és Gelei József), mely a M. kir. Ferenc József Tudományegyetem tudományos közleményeit tartalmazta és amelyet a „F. J. Tudományegyetem Barátainak Egyesülete Szeged“ adott ki.

A Kolozsváron alapított Ferenc József Tudományegyetemnek visszatérése után Szegeden 1940-ben a M. kir. „Horthy Miklós“ Tudományegyetem létesült, amelynek tudományos közleményeit a „Horthy Miklós Tudományegyetem Barátainak Egyesülete Szeged“ adja ki.

Die Zeitschrift „Acta zoologica“ T. I. Fasc. 1—4 ist eine Fortsetzung der „Acta Biologica. Pars zoologica“ T. V. Fasc. 1—4 (redigiert v. B. Farkas u. J. Gelei), die die wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Franz Josefs Universität Szeged enthielt und vom „Verein der Freunde der F. J. Universität Szeged“ herausgegeben wurde.

Nach der Rückkehr der in Kolozsvár (Klausenburg) gegründeten Franz Josefs Universität, wurde 1940 zu Szeged die Kgl. Ung. „Horthy Miklós“ Universität errichtet. Ihre wissenschaftlichen Veröffentlichungen werden vom „Verein der Freunde der „Horthy Miklós Universität Szeged“ herausgegeben.

La revue des „Acta Zoologica“ (T. I. Fasc. 1—4) a pris la suite des „Acta Biologica Pars zoologica T. V. Fasc. 1—4 (Redact. B. Farkas et J. Gelei) qui contenait les communications scientifiques de l'Université François-Joseph et qui était éditée par la „Société des Amis de l'Université François Joseph.“

Après le retour à Kolozsvár, lieu de sa fondation, de l'Université François-Joseph, a été établie en 1940 à Szeged l'Université Horthy Miklós, dont les communications scientifiques sont désormais éditées par la „Société des Amis de l'Université Horthy Miklós Szeged.“

Az emberi glomus caroticum idegrendszere.

(12 szövegábrával.)

Írta: Ábrahám Ambrus.

A glomus caroticumot Haller fedezte fel 1743-ban. Lényegében egészen eldugott kicsi szerv, amely az ember és emlős állatok szervezetében állandó. Alak- és élettana sok fejtörést és sok munkát adott a kutatóknak s mégis mindkét vonatkozásban aránylag nagyon keveset tudunk róla. Haller duchoz való hasonlósága miatt ganglionnak vélte. Később a kutatók elvetették ezt a felfogást, de hogy tulajdonképpen micsoda, azt véglegesen megállapítani mai napig sem sikerült. Luschka (1862) mirigynek tartja s a glandula intercarotica nevet adja neki. Az ő felfogása szerint a glomus caroticum tulajdonképpen nem más, mint egy vastag falú üreges szerv, amely a szimpatikus idegrendszer nyaki részével szoros kapcsolatban áll. A későbbi kutatók közül Arnold (1865), aki a szerv üregrendszerében, a mirigy tömlőkben és idegekben tulajdonképpen véredényeket lát, a glomus caroticumot kiveszi az idegmirigyek közül s a „glomeruli intercarotici“ nevet adja neki. Újabban Kohn (1900) paraganglionnak nevezi a glomus caroticumot. Ugyanezen a véleményen van Max Watzka (1934), aki a glomus caroticumnak a paraganglion caroticum nevet adja. Kohn felfogása szerint a paraganglionok tulajdonképpen a környéki idegrendszer mellékszervei, amelyek a szövettani szerkezet alapján 3 csoportba tartoznak. Legismertebbek azok a paraganglionok, amelyek a szimpatikus idegrendszerből erednek. Ezek a chromaffin, adrenalintermelő paraganglionok, amelyek a has- és medence üregben fordulnak elő. Vannak olyan paraganglionok is, amelyeknek idegfonadékai részben a

szimpatikus rendszerből, részben az agyidegekből erednek, és sejteiknek egy része chromaffin, a másik ellenben chrómmal nem színeződik. A harmadik csoportba tartoznak azok a paraganglionok, amelyek vagy kizárólag, vagy legalább túlnyomó részben az agyidegek területén fordulnak elő, sejteik pedig a chrómsavas sók irányában semmiféle kémiai affinitást nem mutatnak. Az ember glomus caroticuma, amely Watzka szerint a második csoportba tartozik, a carotis communis bifurkációjában fekszik és pedig, mint Riegele írja, az edény mediális és hátsó oldalán úgy, hogy felső felével meghaladja az elágazást s a carotis interna falához simul. Alakja hosszanti ovális, nagysága $5 \times 3 \times 2.5$ mm, de néha eléri a $8 \times 5 \times 4$ mm-t is (Gomez). Szöveti szerkezetét Marchand (1891), Schaper (1892), de Castro (1926, 1928), Riegele (1928), Sunder Plassmann (1930), Watzka (1934), Mjeling (1936) és mások vizsgálata nyomán elég pontosan ismerjük. Vizsgálata aránylag könnyű, metszése és festése semmiféle nagyobb nehézséget nem okoz és semmiféle bonyolult eljárást nem igényel. Szöveti képe egyszerű haematein és eosin festés után is kitűnően tanulmányozható.

Kivülről elég tekintélyes vastagságú kötőszöveti tok veszi körül, amely jókora válaszfalakat bocsát a szerv belsejébe s ezt kisebb-nagyobb hosszúkás vagy kerekded sejtfészkekre, úgynevezett glomerulusokra osztja. Ezt a kötőszövetet interglomeruláris kötőszövet néven különítjük el a tok kötőszövetétől. Az interglomeruláris válaszfalakkal finom nyalábok lépnek az egyes glomerulusokba, mely utóbbiak a szervnek tulajdonképeni működő elemei. A glomerulusok általában nagy poligonális, ovális vagy kerekded sejtekből állanak, melyeket csak egészen frissen rögzített állapotban lehet jól tanulmányozni. Pár napos hulla anyagon, amilyen az emberi idegtani vizsgálatokhoz általában rendelkezésünkre szokott állani, csak a sejtmagvakat lehet jól látni. A plazma csak a legritkább esetben tanulmányozható, ilyenkor is csak a legnagyobb nagyítással. Az ilyen nem friss anyagból eredő készítményeken a sejt erősen zsugorodott, a protoplazma a széleken recézett s mint a Bielschowsky szerint kezelt preparátumokon észleltem a sejt felülete felől erősen visszahúzódik. A sejtek egyrésze, mint azt Schaper injekciós készítményeken észlelte, a hajszáledények

mentén szinte egyrétegű hengerhám módjára sorakozik fel. Ezt a jelenséget impregnált készítményeken is nagyon jól lehet látni. Erről különben de Castro is megemlékezik, sőt ő egyenesen azt vallja, hogy a glomerulus sejtjei egyes helyeken maguknak a hajszáledényeknek a falát alkotják. Ebből természetesen joggal lehet arra következtetni, hogy a glomerulus sejtjei a véredényekkel a legszorosabb kapcsolatban állanak, ami egyébként különösen akkor nyer teljes magyarázatot, ha mi a glomus caroticumot csakugyan belső secréciós mirigynek tartjuk. A glomerulus sejtjeinek egyrésze, mint azt Riegele és Watzka írásaiból látjuk, chromaffin sejt. Ez azt jelenti, hogy a sejtek chrómsavas oldatokban tartják meg a legjobban protoplazmájukat s efféle oldatokban sárgásbarnára festődnek. (Henle-féle reakció.) Ilyenkor, mint Riegele írja, a sejt plazmája redukálja a chromátokat. amivel egyidejűleg maga a sejttartalom is jól rögzítődik. Más rögzítés alkalmazása esetében a sejttartalom kilép a sejtéből, aminek következtében a sejthalak erősen deformálódik. Ez a jelenség mutatkozik akkor is, ha a glomus caroticumot nem rögtön a halál után rögzítjük megfelelő chrómsavas rögzítőkkel. F. de Castro tagadja a cromaffin sejtek jelenlétét s ezen az alapon helyteleníti ezt a felfogást, amely a glomus caroticumot paraganglionnak mondja.

A glomerulus sejtjei nagyon hamar szétesnek, amit Kohn szerint úgy lehet magyarázni, hogy a sejtek tartalma a környezetbe diffundálódik. Ezt a sejttartalmat, mint Biedl és Wiesel beigazolta, a sejtekből könnyen ki lehet vonni. Ezek a chromaffin sejtek nem kizárólagos alkotó elemei az emberi glomus caroticum glomerulusainak, mert vannak bennük chromaffin nem festődő sejtek is, amiért Watzka a paraganglionok második csoportjába sorozza.

A glomus caroticum vérben rendkívül bővelkedik. A vért egy kis artériából kapja, amely rendszeren a carotis communis bifurkációjából lép ki, de eredhet a carotis externából is (Luschka, Heppner), sőt észleltek olyan esetet is, mikor a kérdéses artéria a carotis internából vette eredetét. (Marchand). A glomus artéria, mint Riegele írja, rendszeren az alsó póluson lép be a szervbe s azután számos ágra esik szét, amelyek a tokban igen gazdag fonadékot formálnak. Ebből a fonadékból

kisebb artériák mennek az interglomeruláris kötőszövetbe, majd innen a glomerulusok belsejébe, ahol részben a már ismertetett sejtsorok között hajszál edényekre hullanak szét. A hajszáledények még a glomerulusok belsejében kis vénákká egyesülnek, amelyek a fészkek közti kötőszövetben haladó gyűjtővénákba szakadnak. Ezek azután a lumen általános fokozása közben kifelé haladnak, majd pedig a glomust körülvevő venozus fonadékba ömlenek.

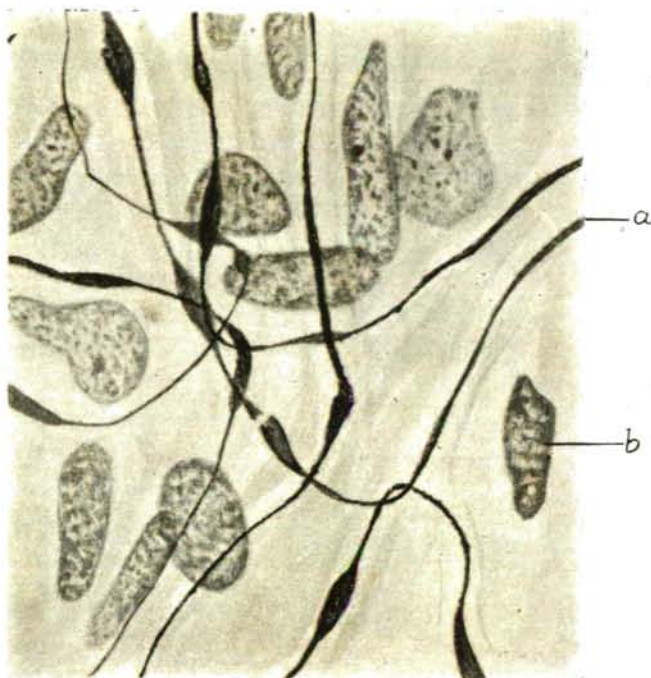
Körülbelül ez az általános szövettani kép, amely az irodalom nyomán megrajzolható, amihez természetesen hozzá kell vennünk még azt, ami de Castro, Riegele, Sunder-Plassmann, Watzka és Mjeling vizsgálata nyomán a szerv idegkapcsolataira vonatkozólag ismeretes. Határozottan szép ez a kép és részben megnyugtató. Évtizedek hosszú sorára visszamenő, odaadó munkáról, nagy adottságokról, sok hozzáértésről és szép eredményekről tesz tanubizonyosságot. Ha azonban szemügyre vesszük a magunk készítette preparátumokat, ha elmerülünk ezeknek tanulmányozásában, mégis úgy érezzük, hogy igaza van H. Berkelbach van der Sprenkelnek (1934), aki a maga felvetette kérdésre „Was ist denn eigentlich das Gl. carot.?” azt az őszinte választ adja „wir das eigentlich nicht wissen.“ Ezért szükséges, hogy az alábbiakban ennek a sok munka dacára is ismeretlen szervnek a szerkezetével foglalkozzam s főleg az idegkapcsolatait megvilágítsam.

Vizsgálataimat kizárólag emberi anyagon végeztem. Az anyagot részben egyetemünk kórbonctani intézetéből, részben a gyulai állami kórházból kaptam, amiért dr. Baló József egyetemi ny. r. tanár úrnak, a kórbonctani intézet igazgatójának és dr. Karolini Lajos egyetemi magántanár, kórházi főorvos úrnak ezúton is hálás köszönetet mondok. Az anyagot 10%-os formalinban rögzítettük és belőle fagyasztott metszeteket készítettünk. Ezek közül, hogy az általános szövettani kép felől is tájékozódhassam, néhányat haematein eozinnal festettünk, a többit pedig Bielschowsky szerint ezüstöztük és utóaranyoztuk. Az ezüstözött praeparátumok készítésében s általában az anyag mikrotechnikai feldolgozásában nagy segítségemre volt unokaöcsém, Molnár Árpád V. éves orvostanhallgató, akinek hathatós segítségével szintén hálás köszönetet mondok.

A készítmények közül azokon, amelyek a már említett festési eljárással készültek, egészen jól lehetett látni mindazt, amit a szerv általános szövettani szerkezetére vonatkozólag a régi vizsgálatok nyomán fentebb már közöltem. Természetesen aziránt nem lehet kétség, hogy az ilyen több napos hullából eredő s egyszerűen csak formalinnal fixált készítmények finom szövettani vizsgálatokra nem túlságosan alkalmasak és pedig azért, mert mint már jeleztem, a glomerulus sejtek nagyon hamar szétesnek, a formalin pedig köztudomás szerint finomabb szövettani struktúrák rögzítésére nem alkalmas. Mindamellett a mondott célnak ezen egyszerűen kezelt és festett készítmények is megfeleltek, sőt a dúcsejteknek a plexus periglandularisban való előfordulását illetőleg bizonyító eredményeknek mutatkoztak.

A glomus caroticum idegeit, mint azt a régiek megállapításából tudjuk, a glossopharyngeus ramus caroticus-ából, a vagus nervus laryngeus superiorából vagy egyenesen magából a vagusból kapja. Ezenkívül rostok jönnek a truncus sympathicus felső nyaki dúcából, sőt valószínű, hogy olykor néhány rostot kap még a nervus glossopharyngeusból is. Ezek a különböző rendszerekből eredő idegek a szerv körül egy fonadékot alkotnak, amelynek neve plexus periglandularis. Ez a fonadék különböző vastagságú nyalábokból áll, amelyek szorosan kapcsolódnak egymáshoz és pedig úgy, hogy a rostjaik gyakran kölcsönösen kicserélődnek. A nyalábokat alkotó rostok vékonyabbak, vastagabbak, általában mind hullámos lefutásúak s útjukban sok hosszúkás, két végén kihegyezett mag követi. Ezek a magvak valószínűleg Schwann-féle magvak. A nyalábok lefutásában a régi vizsgálók állítása szerint kisebb-nagyobb dúcok vannak beiktatva. Magam dúcot egyáltalában nem láttam, azonban Wilson és Billingsley tanaival szemben határozottan arra az álláspontra kell helyezkednem, hogy magános dúcsejtek valóban vannak a fonadékokban. Az említett szerzők haemateinnel és eosinnal való festés után nem találtak dúcsejteket. Ezzel szemben én, úgy a nevezett két festékkel festett készítményeimen, valamint az ezüstözött metszetekben is láttam egyedülálló idegsejteket, amelyek az idegek lefutásába vannak beiktatva. Ezek a sejtek külső megjelenésükben és szerkezetükben azt látszanak igazolni, hogy

a szimpatikus idegrendszerhez tartoznak. Watzka a lúd glomus caroticumának tanulmányozásakor a periglanduláris fonadékban kétféle idegsejtet talált, melyek közül az egyik egy-nyúlványú nagy sejt, tehát valószínűleg a központi idegrendszerhez tartozik, a másik pedig szimpatikus eredetű. Magam



1. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Interstitialis idegfonadék. a: idegrost, b: chromaffinsejtnag. Bielschowsky eljárás. Nagyítás 1800 \times .
Abb. 1. Homo sapiens: Glomus caroticum. Interstitiales Geflecht. a: Nerven-fäser, b: chromaffiner Zellkern. Bielschowskisches Verfahren. 1800-fache Vergrößerung.

emberi anyagon központi típusú idegsejtet nem láttam s ilyenről az idevonatkozó irodalom sem tesz említést.

A periglanduláris fonadékból kisebb, alig néhány rostból álló törzsek haladnak a glomerulusok felülete felé, itt majdnem a sejtek felszínén legtöbbször körkörösén futnak s alkotják a periglomeruláris fonadékot. Riegele is írja, hogy ezekben a törzsekben gyakori a rostok dichotomikus elágazása. Különösen egyes csomópontokban olykor nagyobb számú rostra akadunk, amelyek villásan ágaznak és pedig úgy, hogy az elága-

zás helyén egy kis, rendesen háromszögletű csomót látunk. Az ilyen csomók egészen hasonlítanak azokhoz a háromszögletű képződményekhez, amelyeket a régi neurohistologusok, főleg pedig Bethe a véredények falából idegsejt néven közölnek. Ezek mellett egy másik felette érdekes jelenségre lettem figyelmes, amit azután erősebb nagyítással vizsgáltam meg s amelynek rajzát a következő ábrán közlöm. (1. ábra.) Ez a



2. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Periglomerularis idegfonadék.
Bielschowsky eljárás. Nagyítás 400 \times .
Abb. 2. Homo sapiens: Glomus caroticum. Periglomerulares Nervengeflecht
Bielschowskisches Verfahren. 400-fache Vergrößerung.

sajátságos jelenség, amit az ábrán jól lehet látni, abban áll, hogy a rostok valósággal egymásba karolnak és pedig úgy, hogy egy csomópontban, majdem minden roston ez a tünet érzékelhető. A jelenségnek bizonyára fiziológiai oka van. Talán a parallelkontaktusnak illetőleg az ingerátvitelnek egyik eddig nem észlelt formájával állunk szemben, amelynek a jelenléte épen nem is különlegesen feltűnő olyan szervben, mint a glomus caroticum, ahol annyiféle eredetű és funkciójú idegrost működik össze egy ma kísérletileg igazolt reflexláncolat kiváltásában.

Az említett kisebb nyalábok a glomerulusok felületén haladnak, majd pedig elágaznak s a különböző glomerulusok fölött és magukban a glomerulusokban is olyan rendkívül gazdag idegfonadékoknak vetik meg az alapját, amelyhez foghatót aligha lehet észlelni az emberi testet felépítő szervek



3. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Interstitialis idegfonadék.
Bielschowsky eljárás. Nagvítás 800 \times .

Abb. 3. Homo sapiens: Glomus caroticum. Interstitiales Nervengeflecht.
Bielschowskysches Verfahren, 800-fache Vergrößerung.

valamelyikében (2. ábra). Ezen fonadék rostjainak a száma olyan felette nagy, hogy tökéletesen lehetetlen bennük tájékozódni, legfeljebb csak azt jegyezzük meg, hogy a rostoknak a túlnyomó része rendkívül vékony és különösen hullámos lefutású, míg a vastagabbak inkább az egyenes irányt követik. Mindkét rostfajta között még kis nagyítással is lehet olyanokat látni, amelyek elágaznak és sok olyat is, amely a fonadékból belép a glomerusba.

A periglomerularis fonadék rostjai túlnyomó részben

concentrikusnak látszanak, amelyek sokszor egymással párhuzamosan haladva, máskor pedig erősen kígyózva szinte többszörűleg vesznek körül egy-egy glomerulust (3. ábra). Az sem ritka jelenség, hogy egyes rostok párhuzamosan futnak és con-



4. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Interstitialis idegfonadék.
a: idegrost, b: chromaffinsejtnag. Bielschowsky eljárás.

Nagyítás 1800 X.

Abb. 4. Homo sapiens: Glomus caroticum Interstitiales Nervengeflecht.
a: Nervenfasser, b: chromaffiner Zellkern. Bielschowskysches Verfahren,
1800-fache Vergrößerung.

centrikusan haladó más rostokkal kereszteződnek. Különböző ezeknek a gazdag fonadékoknak az alakja, szerkezete annyira különböző s olykor annyira elütő, hogy akár egyetlen preparátumról is a legkülönbözőbb alakulatokat lehet az érdeklődő szeme elé varázsolni.

A periglomeruláris fonadékok rostjai rendszeren külön-külön fonadék formájában tovább haladnak s olykor átlépnek az egész glomeruluson és tovább mennek, vagy pedig és ez a

gyakoribb eset, visszafordulnak. A glomerulus belsejében megálló rostok és azok is, amelyek merész kanyarulatok után visszatérnek, a glomerulus belsejében rendkívül sűrű és nagyon változatos fonadékot alkotnak. Ez a fonadék az intraglomerularis fonadék (4. ábra). Ennek a rostjai egymáson sokszor átlépnek és a glomerulust átszövő véredényekkel és sejtekkel sokszorosán érintkeznek. Azonban az érintkezés nemcsak ilyen irányú, hanem olykor, mint a 4. ábrán is látjuk, annyira bensőséges, hogy a rostok szinte a mag felületén mennek keresztül, de olyan képben sincs hiány, amely azt mutatja, mintha ezek az óriási nagyítással erősen szemecskézett olykor pedig fibrillázott rostok a sejtmagban, illetőleg a sejtmag felületén végződnének. Amint már több idegtani dolgozatomban kifejtettem, itt egy rendkívül nehéz kérdéssel állunk szemben, mert sohasem tudunk teljességgel megbizonyosodni arról, hogy vajjon, amit ilyen tekintetben állítunk, az csakugyan megfelel-e a tényeknek, vagy pedig elnézésen és a dolgoknak a megfelelő optikai eszközök hiányában való téves értelmezésén alapul. Azt ugyanis, hogy egy rost vajjon a sejt felületén, a sejt protoplasmájában, a sejt magván, vagy a sejt magvában végződik-e végérvényesen és teljes biztonsággal ma eldönteni nem tudjuk. Bármilyen jó legyen a preparátum és bármilyen világos a kép, csak egyetlen kritériumunk van s ez az, hogy bizonyos beállítás mellett egy síkban látjuk az idegrostoknak a végét és a sejt megfelelő részét. Véleményem szerint azonban ez sem lehet mindig döntő, mert szabad kezét enged az elnézésnek s a fantáziának is, amelyre pedig a mikroszkópi anatómiában éppen semmi szükségünk nincsen, hiszen ez a tudomány az, ahol minden rendelkezésünkre álló eszközzel és észtornával arra törekszünk, hogy a fantáziát, amelyre más területeken felette nagy szükség lehet, egészen kiküszöböljük. Nem ritka az az eset, amikor a glomerulusba belépő egyes rostok egészen kimondott gomolyt formálnak, amely megjelenésében a leghatározottabban azonosnak mondható azokkal a laza gomolyokkal, amelyek a nyelvszemölcsök kötőszöveti rétegéből, a bőr alatti kötőszövetből, különösen pedig a külső nemiszervek bőrének kötőszöveti rétegéből olyan nagy számmal és olyan feletle gazdag változatosságban ismeretesek. Ilyen intraglomeruláris laza gomolynak a képét tün-

teti fel az 5. ábra. Ez a gomoly azonban ellentétben az említett helyeken előforduló érző testekkel, nem tökéletesen zárt, sőt ha a megfigyelések nem tévesek, akkor úgy látszik, hogy egy nagyon vékony ultraterminalis rost indul ki belőle, amely

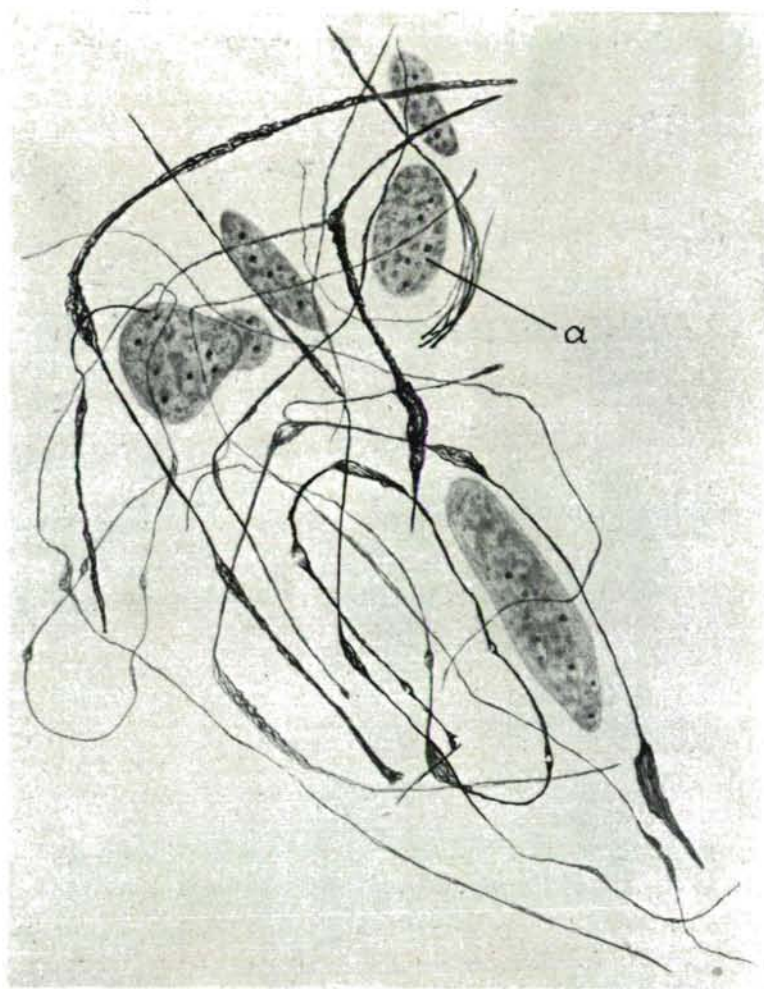


5. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Interstitialis ideggomoly.
a: gomoly, b: chromaffinsejt. Bielschowsky eljárás. Nagytás 800 \times .
Abb. 5. Homo sapiens: Glomus caroticum. Interstitiales Nervenknäuel.
a: Knäuel, b: chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren.
800-fache Vergrößerung.

a glomerulus sejtek közelében az érzőidegvégződésekhez hasonlóan, kissé megnyult végfejecské alakjában végződik. Másik jellegzetessége ennek a látszólagos végtestnek az, hogy az egyik sarkában két olyan rost van, amelyek közül a vastagabb a végén villásan elágazva alkot egy megnyult másodlagos gomolyt, a másik pedig eredeti formáját megtartva végződik egy hasonló képződményben. Úgy az első nagy gomoly, mint a második kettő olyan szervben, mint a glomus caroticum

megítélésem szerint szokatlan. Azonban tekintve a szerv működésének titokzatosságát, lehetséges, hogy éppen a tekintetben irányadó.

Talán még tökéletesebben adja vissza egy intraglomerularis finom gomolynak a képét és a sejtekhez való viszonyát a következő ábra (6. ábra). Ezen az ábrán, amely 1800-szoros

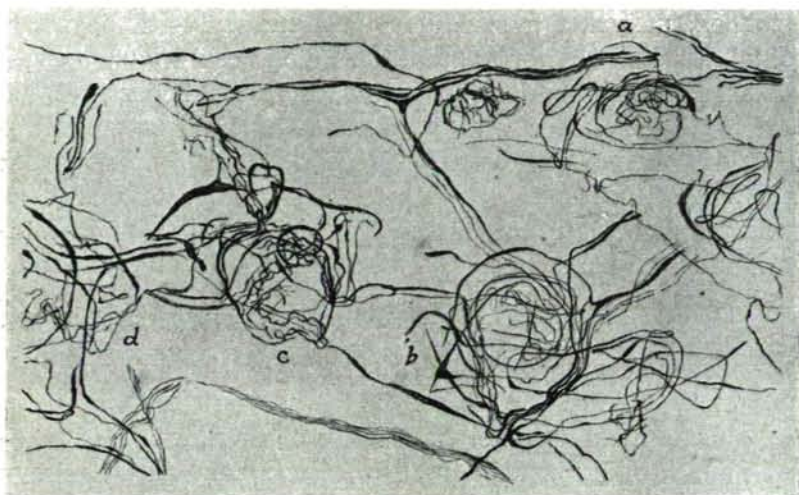


6. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Interstitialis ideggomoly.
a: chromaffinsejt. Bielschowsky eljárás. Nagvítás 1800 \times .
Abb. 6. Homo sapiens: Glomus caroticum. Interstitiales Nervenknäuel.
a: chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren. 1800-fache Vergr.

nagyítással készült, alig egy pár sejtnek a magva látszik, amelyet az erősen varicosus és fibrillázott rostoknak a fonadéka egy szinte szabályos gomoly alakjában vesz körül. A rostok egy része dichotomicusan oszlik s az osztódásból keletkező ágak mintegy körülölelik a nagy sejtmagokat. Ez a kép szintén nagyon szokatlan és önmagában véve egészen tipikus érzőgomolyhoz hasonlít, amelyben tapintó sejtek is vannak. Úgy ez, mint az előbbi nagy hasonlatosságot mutat azokhoz a kis nagyítással és felületes vizsgálódással készült rajzokhoz, melyeket a szakkönyvek a Meissner-féle testekről szoktak közölni. Olykor annyira gazdagok ezek a gomolyszerű képződmények, hogy lerajzolásukra, mert fényképezésről szó sem lehet, a legnagyobb szakértelem és a legkiválóbb rátermettség mellett is alig lehet gondolni. De véleményem szerint az efféle törekvéseknek nincs is sok értelme, hiszen az anyag s a vizsgálati eszközök minden érdeklődő számára mindig készen vannak. Ha pedig valaki nem érez magában erőt és készséget arra, hogy ura tudjon lenni a műszernek s a módszernek, akkor is mindig talál alkalmat arra, hogy az eredeti készítményeket, amelyek minden szakembernek mindig rendelkezésre állanak, maga is megtekinthesse.

Mégis, mivel a gomolygazdagság olyan nagy, hogy nemcsak minden eddig ismert tényt, de bátran elmondhatjuk, hogy szinte minden képzeletet felülmúl, némi tájékoztatás kedvéért egy-két további gomolytypus részletes leírásától a jelen esetben nem szabad eltekinteni. De amikor ezt teszem, hangsúlyoznom kell, hogy bár a glomus caroticumból készült összes metszetek bővelkednek a legkülönbözőbb alakú s a leggazdagabb rostrendszerű gomolyok végtelen nagy sokaságában, mégis azokon a metszeteken találkozunk inkább a különböző gomolyképződményeknek szinte beláthatatlan gazdagságával, amelyek a szervnek a szélét foglalják magukban, közvetlenül ott, ahol a kötőszöveti tok rostjai határolódnak a glomerulusok felületével. Egy ilyen metszetnek nem kevesebb, mint 5 egymásba kapcsolódó gomolyrendszerét mutatja a következő ábra (7. ábra). Megjegyzendő, hogy ez a kis nagyítással készült kép csak egy része annak a gomolyrendszernek, amely a készítményen a maga egészében teljes világosságban s megszakítatlan összefüggésben nem kevesebb, mint 10 egy-

más felé jól elhatárolt gomolynak a képét mutatja. A gomolyok, mint ez a 7. ábrán jól látható, egyetlen periglanduláris nyalábnak a rostrendszeréhez tartoznak. Ez a nyaláb, mint a készítményen látható, dichotomicusan keletkező két ágával mintegy körülölel két egymás felé élesen el nem határolódó hosszúkas glomerulust. Az ágak egyikéből kisebb nyalábok erednek, amelyek a glomerulusok mentén haladva hármásával vagy kettesével rostokat adnak le, amelyek aztán a mikrosz-



7. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Ideggomolyok a periglomerularis fonadékból. Bielschowsky eljárás. Nagyítás 280 \times .
Abb. 7. Homo sapiens: Glomus caroticum. Nervenknäuel aus dem periglomerularen Geflecht. Bielschowskysches Verfahren. 280-fache Vergrößerung.

kópi képen egészen kitűnően látható, de gazdagságuk miatt sem írásban, sem rajzban tökéletesen vissza nem adható gomolyalakú képződmények alkotásához vezetnek.

A gomolyok mindenikéhez rendszeren valamelyik póluson közelednek a rostok, azután helyenként elvékonyodva finoman kihegyezett váríkokat formálva keresztül-kasul futnak a glomerulus sejtjei között, majd pedig a rost kaliberének fokozott megfogytározása következtében nagyon finom, erősen bonyolult gomoly alkotásához vezetnek, amelynek pontos feloldására a legnagyobb mikroszkópi nagyítás is elégtelennek bizonyul. (7. ábra a) A gomolyból, mint azt erősebb na-

gyításnál meg lehet figyelni, több finomabb rost indul ki, amelyeknek feltűnő nagy várixaiban igen gyakran kis kerek üregek láthatók. Ezek mellett ugyancsak a gomolyból, de más irányból is, olyan rostok mennek át a környező kötőszövetbe, melyek nagyon erős mikroszkópiai nagyítás mellett is alig a látás határán vannak. Ezek a rendkívül finom rostok a gomoly szélén apró varixokban felette bővelkedő hosszukás fonadékokat alkotnak.

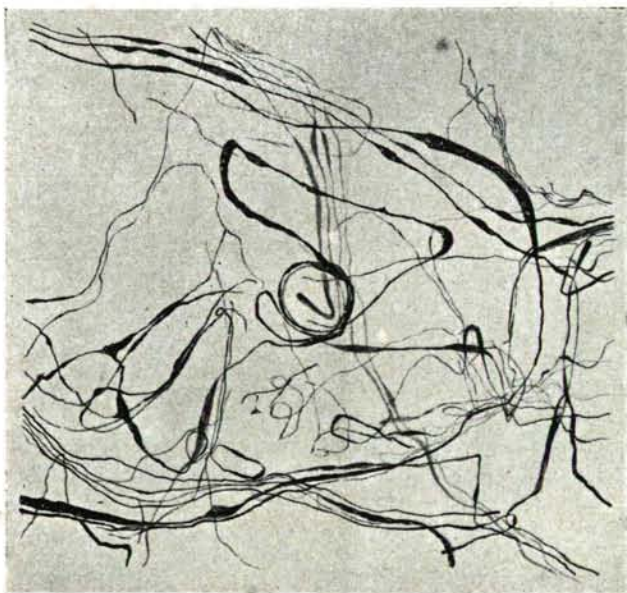
A 7. ábrán látható gomolyok közül igen jelegzetes az is, amelyet az ábrán b betűvel jelöltem. Ebbe a gomolyba, mint azt nagyobb nagyítással kitűnően láthatjuk, de mint a rajz is pompásan visszaadja, két rendszerből kerülnek rostok. Az egyik rendszer két rosthól áll, a másik pedig tulajdonképpen egy vastagabb magános rost, amelyet két irányból érkező egészen vékony rostocskák kísérnek. Ezen rostok közül az első rendszernek a két rostja belép a gomolyba. Itt az a rost, amelyik vékonyabb és tömör, eredeti vastagságának megtartása mellett félkört ír le, majd pedig két ágra oszlik, egy vastagabbra és egy vékonyabbra. Ezen két ág közül a vastagabb kilép a gomolyból s hosszabb lefutás után még jobban megvastagszik, majd pedig egy vékonyabb és egy vastagabb ágra esik szét s azután mindkét ágával szorosan egymás mellett haladva elhagyja a gomoly környékét s egy másik szomszédos gomoly felé halad. Az első rostrendszernek a második rostja, amelynek töve erősen fibrillázott, a gomolyba való belépés után könyökszerűen jobbra hajlik, majd nagy kanyarulattal balra tér, azután elfordulva egyenes irányt vesz, erősen megvastagodik, azután elvékonyodik s a gomoly centrális részébe tér. A 7. ábra b gomolyába lépő második rostrendszerből eredő rost, mint ez az aránylag kis nagyítással készült rajzon is pompásan látható, vastag rost, amely a periferikus darabján erősen fibrillázott. Mikor ez a vastag fibrillázott rost eléri a gomoly határát, két ágra oszlik, melyek közül a baloldali szinte háromnegyed részben körüljárja a gomolyt s a szemben lévő rostnyalábig haladva anélkül, hogy osztódna, eltűnik a glomerulus belsejében. A másik ág jobbra halad s miután erősen résztvesz a gomoly külső éles falának a kialakításában, mint ultraterminális vastag rost kilép a testből s tovahalad a kötőszövetben. Mint érdekes jelenséget kell megemlítenem, hogy

a most tárgyalt főrost balra menő ágának a tövét egy egészen vékony rost fogja át, majd pedig mindkét ágával tovahalad a gomoly jobboldali falában. Ezt a jelenséget a parallel contactus egyik rendkívül finom formájának kell tekintenünk.

Azok mellett a rostok mellett, amelyek a most tárgyalt b gomoly második fő rostrendszeréhez tartoznak, mint a 7. ábrán is látható, ott van még két egészen finom rostnyaláb, amelyek mintegy párhuzamosan haladva követik a vastag főrost lefutását, később pedig egyrészük belép a gomoly falába, míg a másik a gomoly szélén levő sejtekhez megy. A gomoly széléhez érő vékony rostoknak egy másik csoportja egyenesen belép a gomoly testébe s ott olyan sűrű fonadékot alkot, amelynek lerajzolására vagy leírására gondolnunk sem szabad. A gomoly alsó jobboldali széléhez egy nagyobb terjedelmű gomoly záródik, amelytől felfelé oldalt egy rendkívül finom hosszúkas sűrű rostrendszerű gomoly látszik.

A 7. ábrának b-vel jelzett gomolyából, amint a rajzon is jól látható, két ultraterminális rost indul ki balfelé, egy vastagabb és egy vékonyabb. Ezek a rostok egy újabb gomolyba lépnek, amelyet a 7. ábrán c-vel jelölünk. A rostok közül a vékonyabb a gomoly falához érkezte ezt körülbelül $\frac{1}{4}$ -ed kerületnyi hosszúságban körüljárja, majd pedig alul jobbra vissza-indul s helyenként erősen kiszélesedve, azután pedig ismét elvékonyodva a b. gomolyhoz tér vissza. A vastagabb rost két ágra oszlik. Az ágak közül a vastagabb felfelé, majd balra fordul s azután fokozatosan elvész a gomoly vastag rostokból álló rendszerében. A vékony rost lefelé halad, majd balra fordul s több más hosszúkas apró varixos, oldalról jövő, szintén vékony rosttal egyetemben a gomoly alsó részének sűrű fonadékát alkotja. Ebből az alsó fonadékból úgyszintén a felsőből is nagyszámú rost lép be a gomoly belsejébe, ahol igen sűrű fonadékot formálnak. Ennek a szemeiben jól láthatók a glomerulus sejttei és pedig úgy, hogy a sejteket a rostok teljesen körülfutják. A c gomoly felső vastag rostállományú részéhez egy kisebb ugyancsak vastag rostokból álló gomoly s ettől felfelé balra egy nagyon vékony rostokból alkotott idegfonadék csatlakozik. Az utóbbinak a rostjai igen szoros kapcsolatban állanak a glomerulus sejteivel. A 7. ábra c gomolyából hat felé három rost indul ki, két vastagabb s egy rendkívül vékony.

Ezek közül a vékony útközből elvész, míg a vastagok egy újabb s az eddigiektől sok tekintetben eltérő lazább szerkezetű s nagy kiterjedésű gomolyhoz vezetnek, (d) amelynek nagyobb nagyítással készült képét a következő ábra mutatja (8. ábra). A rostok, amelyek a szomszéd gomolyból érkeztek ide, hirtelen elvékonyodnak, majd divergáló irányban haladva alul és

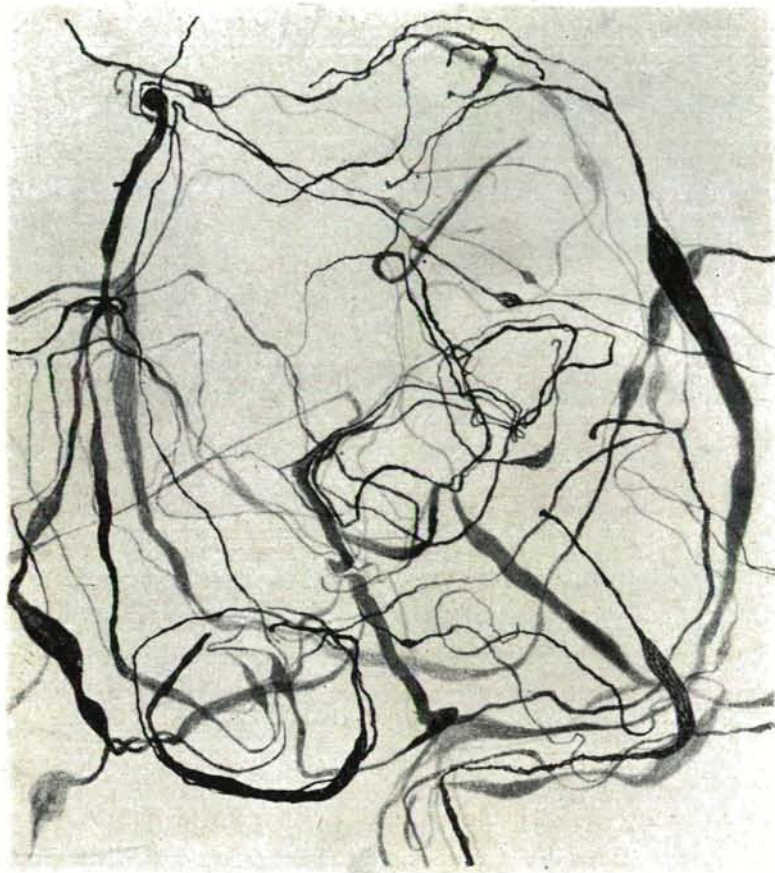


8. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Ideggomoly a periglomerularis fonadékból. Bielschowsky eljárás. Nagyítás 800 \times .

Abb. 8. Homo sapiens: Glomus caroticum. Nervenknäuel aus dem periglomerularen Geflecht. Bielschowskysches Verfahren. 800-fache Vergrössg.

felül ivben ölelik körül a gomolyt, melynek keretet adó vastag rostjai az ellenkező oldalról jönnek, míg a középső állományát alkotó idegrostok alulról, illetőleg oldalról érkeznek. Az utóbbiak vastagságukat feltűnően változtatják. Nem ritka jelenség itt az, hogy egy vastag rost minden átmenet nélkül úgy elvékonyodik, mintha vékony folytatásos darabja nem volna más, mint a centrális fibrillák állománya. Érdekes s a készítményeken nem sokszor mutatózó jelenség, hogy egy idegrost a gomoly belsejében egészen különleges vastagrostú gomolyt alkot oly módon, mintha számos gyűrű záródna szorosan egymás mellé, majd pedig négy-öt vastag ultraterminális rosttal

járul hozzá a nagy gomoly periferikus részének a felépítéséhez. A gomoly belsejében elég gyakoriak az elágazások, érintkezések, kisebb-nagyobb kiterjedésű parallelkontaktusok, amelyek mint a mikroszkópi kép alapos tanulmányozásából kivi-



9. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Ideggomoly az interstitialis fonadékból. Bielschowsky eljárás. Nagvítás 1800 \times .

Abb. 9. Homo sapiens: Glomus caroticum. Nervenknäuel aus dem interstitiellen Gewebe. Bielschowskysches Verfahren, 1800-fache Vergrößerung.

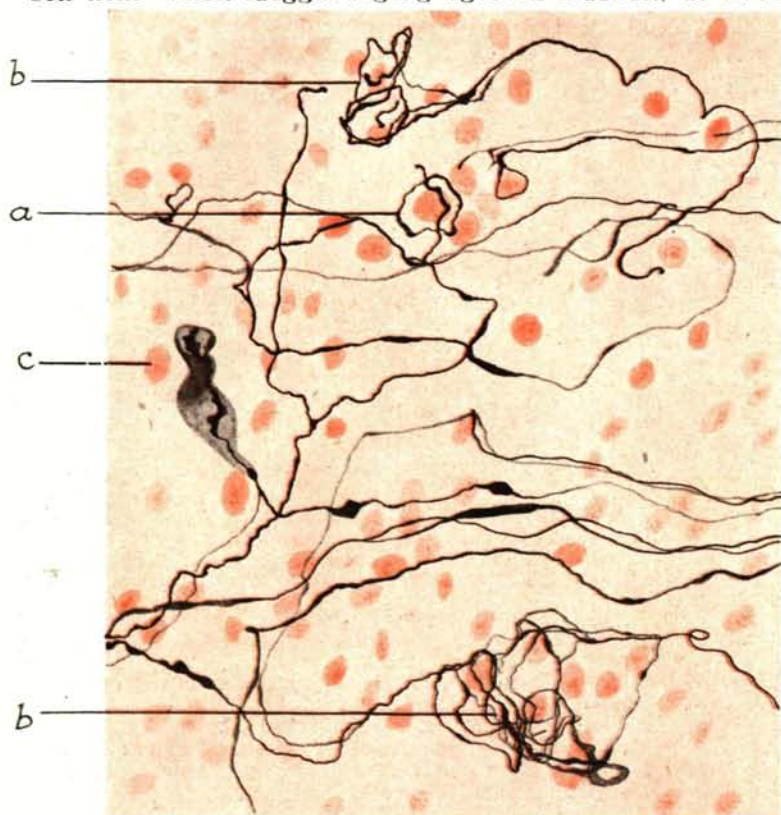
láglik, végül annyira bonyolult szerkezetűhöz vezetnek, hogy szinte lehetetlenség eligazodni rajta. (9. ábra.)

A fonadékoknak s a glomerulusok belsejében lévő gomolyképződményeknek az ismertetése után még egy rendkívül fontos kérdés van hátra, amelynek mérlegelése e titokzatos szerv

élettanának a boncolgatása szempontjából is rendkívül fontos. Ez a kérdés az, hogy vajon az idegrostok végződnek-e a glomus caroticumban és ha végződnek, hogy végződnek, illetőleg a glomus sejtjei milyen kapcsolatban állanak az idegrendszerrel. Aziránt ugyanis ma már nincsen kétség, hogy bár a neuronok között morfológiailag nem lehet különbséget tenni, végződéseikből mindig meg lehet állapítani a természetrajzukat s nagyjából meg lehet ismerni a működésüket is. Ezért rendkívül fontos annak a pontos tisztázása, hogy az idegrostok, amelyek a glomerulusok területére eső végfonadékokból kilépnek, vajon végződnek-e sejtek között, s ha végződnek, milyenek a végzódések s ezek milyen viszonyban állanak a sejtekkel. Az idevágó irodalom modern vizsgáló eszközökkel szerzett eredményei amellet szólnak, hogy a glomus caroticumban s itt természetesen a glomerulusokban csakugyan végződnek az idegrostok. Ennek a ténynek a megállapítása, hogy úgy mondjam kategorikusan való leszögezése azért nagyon fontos, mert ismerünk ma is olyan szerveket, illetőleg szöveteket, amelyekben az idegrendszer végét ezideig semmiféle eljárással sem sikerült kimutatni. Ilyen a szívizomzat és a síma izomszövet, amelyben egészen kétségtelen, hogy végződnie kell az idegrendszernek, azonban a végeket legkitűnőbb módszerekkel készített legjobb preparátumainkon sem tudtuk mindezeideig megtalálni. Ennek ugyan lehet az oka az is, hogy az, amit mi sokszor hajlandók vagyunk az idegrendszer végének tartani, lehet valóban a vége, de lehet egy elvágott rostnak a duzzadt része, vagy egy különös nagyságú várax, amilyen az idegrostok lefutásában szerfölött gyakori. A végződésről valójában bizonyosan csak akkor tudunk meggyőződni, ha, mint a hámszövetben és a kötőszövetben s a harántcsikolt izomszövetben is a receptoroknak, illetőleg az effektoroknak a végén olyan minden esetben csálhatatlanul felismerhető végalakulatot találunk, amely a rostnak kétségtelenül a végét jelenti, de emellet az idegrost eredetét és természetét is csálhatatlanul megmagyarázza. Ilyen végalakulat sajnos sem a szívizomzatban, sem a síma izomszövetben, sem pedig a mirigyekben nem fordul elő. Mivel a helyzet a glomus caroticum esetében is nagyban hasonlít az utóbbi szervekben mutatkozó idegvégzódástani viszonyokhoz, a legnagyobb figyelmet kell

szentelnünk annak a kérdésnek, hogy a glomus caroticumban csakugyan vannak-e jól felismerhető és elhatárolt idegvégződések s ha vannak, ezek milyen kapcsolatban állanak a glomus sejteivel. Erre vonatkozólag ma a Bielschowsky szerint kezelt készítmények adnak a legjobb s leghatározottabb feleletet. Ezeken a készítményeken határozottan meg lehet győződni arról, hogy az intraglomeruláris végfonadék s a glomerulus sejtei között igen szoros és bensőséges a kapcsolat. Amint ezt a legtöbb preparátumon egészen világosan lehet látni a fonadéknak finom várixis végrostjai valósággal kosárszerűleg veszik körül a sejteket és pedig úgy, hogy az idegrendszer szinte egész felületén érintkezik a sejtrel. És ez, amint az alapos mikroszkopi vizsgálat kétségtelenül igazolja, nemcsak sporadikus jelenség, hanem sokszor pontosan igazolható. Valósággal minden sejt benne van egy pontosan reá szabott pericelluláris idegfonadékban. (10. ábra.) Annyira gazdag ez a pericelluláris fonadék s a sejt plazmája és az idegrendszer vége között annyira szoros a kapcsolat, hogy szinte szükségtelen az idegrostok végződése után kutatni. Ezeken a pericelluláris fonadékokon kívül a sejtek között nem ritkán akadunk egészen kicsi gomolyokra, amelyek a sejt nagyságát alig mulják felül. Ezek a kicsi gomolyok úgy jönnek létre, hogy az egész vékony, csak erős nagyítással látható rostok ismételtén gazdagon ágaznak, az ágacskák valósággal egymásba ölelkeznek, majd pedig a sejtfelek sejtei közé mennek s ezekkel közelebbi kapcsolatba lépnek. Ha ezek után a glomus sejteknek s a glomusba lépő idegrostoknak a helyzetét és kapcsolatát akarjuk konkretizálni, akkor azt kell mondanunk, hogy az intraglomeruláris fonadék finom végágacskái egyrészt kosárszerű fonadékot formálnak a sejtek körül, másrészt pedig a sejtek között egészen finom intercelluláris gomolyokat alkotnak, amelyek egészen bensőségesé teszik a kapcsolatot. Igaz ugyan, hogy az sincs kizárva, miszerint az utóbbiak nem egyebek, mint egy, vagy esetleg több glomerulus sejtet magukba záró finom végalakulatok. Hogy ez a kapcsolat, amit a most ismertetett két végképződmény létesít, mennyire szoros, azt elsőrendűen igazolják, azok a mikroszkopi képek, amelyeken azt látjuk, hogy egy a sejthez futó rost a sejtet teljesen zárt idegrostkör formájában határolja, úgy hogy a kör egész területével éri

a sejtnek a plazmáját. Az idegrostkörön, olykor egy kis csomócska látszik és kivehető, hogy a kört alkotó idegrost milyen irányból jön. Ez, valamint az előbb leírt kapcsolatok kétségtelenné teszik, hogy az eddig semmiféle emberi szervben nem észlelt ideggazdagság egészen indokolt, de következ-



10. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Interstitialis idegfonadék.
a: pericellularis idegfonadék, b: intercellularis gomoly, c: chromaffin-sejt. Bielschowsky eljárás. Nagytás 600 \times .
Abb. 10. Homo sapiens: Glomus caroticum. Interstitiales Nervengeflecht.
a: perizelluläres Nervengeflecht, b: interzelluläres Knäuel, c: chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren, 600-fache Vergr.

tetést engednek vonni arra a szoros hatásra is, amelyet az idegrendszernek erre a szervre kell gyakorolnia, vagy megfordítva. Megengedhető természetesen az is, és talán ez a valószínű, hogy egymás mellett mind a két folyamat érvényesül, ha nem is egyforma mértékben. Feltételezhető ugyanis az,

hogy esetleg a glomerulus nagy sejtjeiben keletkező anyag van hatással az idegrendszerre, de felvehető az is, hogy az idegrendszer kormányozza a glomerulus sejtek elválasztó működését. Nem valószínűtlen az a feltevés sem, amit már előbb is említettem, hogy ez a két fontos élettani folyamat antagonistikus kapcsolatban áll egymással.

A most ismertetett idegvégalakulatokon kívül, amelyek



11. ábra. Homo sapiens: glomus caroticum. Szabad idegvégződés.

a: idegrost, b: idegvégződés, c: chromaffinsejt.

Bielschowsky eljárás. Nagyítás 900 X.

Abb. 11. Homo sapiens: Glomus caroticum. Freie Nervenendigung, a: Nerven-faser, b: Nervenendigung, c: chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren, 900-fache Vergrößerung.

fonadékszerű szerkezetüktől eltekintve nagyban emlékeztetnek a szívben s a síma izomszövetben talált viszonyokra, nincsen hiány főleg igen nagy nagyítással előállított olyan mikroszkópi képekben sem, amelyek kétségtelenül amellet szólnak, hogy a glomus caroticum sejtjei között szabad idegvégződések is vannak. Hogy ez csakugyan így van, arról meggyőz bennünket a következő ábra. (11. ábra.) Ezen az ábrán, amely igen nagy nagyítással s a rajzolásban elérhető legnagyobb hűséggel és pontossággal adja vissza egy glomerulus benti fonadékának egyik részletét, egymás mellett két-három vastag

rost kanyarog, melyekben a neurofibrillák párhuzamos lefutása felette élesen látható. Ezek mellett a vastag rostok mellett a rajzon olyan egészen vékony rostokat is látunk, amelyek egész lefutásukban erősen varicosusak. Mindkét rostféleség között látunk olyanokat is, amelyek hosszabb vagy rövidebb út után a glomus sejtek között szabadon végződnek. Nem kevesebb, mint négy ilyen szabad idegvégződést láthatunk a rajzon. Ezek a végzódések külső megjelenésükben egymáshoz hasonlóak s tulajdonképpen nem egyebek, mint az idegrostnak lemezszerűleg kiszélesedő megnyult darabjai, amelyek alaposabb vizsgálat után határozottan arról győznek meg, hogy csakugyan végzódések s nem folytatásuktól mesterségesen megfiosztott idegrost alakulatok. Mindenesetre mint már fentebb is mondtam a kételynek mindig helyet kell engedni, mivel specifikus terminális alakulat és szöveti elhatárolás hiányában teljes bizonyossággal sohasem lehetünk meggyőződve arról, hogy csakugyan végzódással állunk-e szemben, vagy pedig nem. Azonban a látszat s a rendelkezésünkre álló eszközök, valamint a rajzon közölt végződésformák sokasága amellettszól, hogy a jelen esetben csakugyan szabad idegvégződésről van szó. Ha pedig ez így van, akkor arról is lehet szó, hogy a glomus caroticum sejtjei között tulajdonképpen kétféle idegvégkapcsolattal állunk szemben, melyek közül egyik az előbb leírt kosárszerű pericelluláris fonadékokban, a másik pedig az éppen most ismertetett szabad idegvégzódések formájában áll elő. Ez az elgondolás, illetőleg a mikroszkópi vizsgálatok szerint ez a tény, amit csak nagyfokú óvatossággal mondunk elgondolásnak, a glomus caroticum kettős beidegzését mutatja. És ez egészen könnyen lehet. Az ugyanis szinte bizonyos, hogy a különböző cerebrális eredetű idegrostokon kívül, amelyek a fent ismertetett idegekben egészen különleges gazdagságban jönnek be a glomus caroticum állományába, vannak szimpatikus rostok is, amit a rostok megjelenési formáján kívül a periglanduláris fonadékokban talált szimpatikus típusú idegsejtek jelenléte kétségtelenül bizonyít. Hogy a beidegzés a glomerulusok belsejében is kettős, azt következtetni lehet egyrészt ezeknek a most említett szimpatikus rostoknak a jelenlétéből, amelyek bizonyára belépnek a különböző fonadékokba, másrészt pedig abból, hogy maguknak a glomerulusoknak a

belsejében is vannak rostok, amelyeknek a velőhüvelye a Bielschowsky szerint ezüstözött és utóaranyozott preparátumokon a legpompásabban látható. Ha ez így van, ami iránt alig lehet kétség, akkor a glomus caroticum belső idegkapcsolatai valóban kétfélék s a különböző rendszerekből eredő rostok terminális vonásait tükrözik.

Ezek után önként felvetődik a kérdés, hogy vajjon mi a szerepe ennek a bonyolult szerkezetű eldugott szervecskének. Ez a kérdés igen régi s mégis egészen a legújabb időkig rá a feleletet hiába vártuk. Mint láttuk Haller, aki felfedezte ganglionnak tartotta s így természetesen további sorsa iránt külön nem is érdeklődött. A későbbi vizsgálók „glandula carotica” majd „glandula intercarotica” névvel illették s ezen az alapon természetesen mirigyműködést tulajdonítottak neki. Arnold haemangiomának minősítette s így semmiféle fontos szerepet nem is várhatott tőle. Kose, Stilling chromaffin szervnek tartja s Watzka Kohnnal egyetértőleg a paraganglionok közé sorozza.

Az újabb kutatók s ezek között elsősorban Vassale, Lanzilotta és Massaglia szétroncsolták a kísérleti állatok glomus caroticumát, s azt tapasztalták, hogy nyomában glycosuria jelentkezett. Frugoni glomus kivonatot intravénásan injiciált és hatásképpen hypotoniát és bradikardiát észlelt. Ezt az eredményt Vincent is megerősítette. Pont az ellenkezőjéről számol be Mullon, aki úgy tapasztalta, hogy glomus caroticum injekció hatására a lónak a vérnyomása emelkedett. Hasonló eredménnyel ismételte meg a Mullon-féle kísérletet Lansilotta is.

Ellentmondó eredményt mutattak a legújabb kísérletek is. Fischer, úgyszintén Betge fiatal macskák mindkét oldali carotis osztódási tájékát kiirtotta és hat héttel az extirpáció után étvágytalanságot, rossz dentíciót, növekedésbeni lemaradást észlelt. Ezenkívül úgy találta, hogy a csontok nagyon porozusak voltak, kevés volt bennük a mész, s hiányoztak a szabályos csontosodási magvak. Ezzel ellentétben Kiug, aki fiatal kutyák carotis communisának az osztódási helyét, sőt magát a carotist is extirpálta, azt tapasztalta, hogy az állatokon sem pszihikai, sem semmiféle testi elváltozás nem jelentkezett. Ebből arra következtetett, hogy a glomus caroticum az életre nem feltétlenül szükséges s ezért accesoricus szervnek

nevezi, amely középhelyet foglal el a mellékvese és a thymus között.

F. de Castro, aki a glomus caroticumot először 1926-ban tette vizsgálat tárgyává, arra az eredményre jutott, hogy a szerv tulajdonképpen mirigyműködést fejt ki. Ebbeli felfogását azzal okolja meg, hogy a glomerulus sejtjei nem chromaffin sejtek, hanem epitheloid sejtek, amelyeknek protoplazmájában vacuolák vannak s emellett a bennük lévő chondrium s a magvukban észlelhető elváltozások azt mutatják, hogy valóban működő mirigysejtek. De volt még valami más is, amivel de Castro fenti felfogását alátámasztotta. Ugyanis a glomus caroticum artériáinak a falában az ő vizsgálatai szerint specifikus érzőidegvégződések vannak, amilyenek a véredények falában máshol a testben sehol sem fordulnak elő. Ezek a végződések a nervus glossopharyngeus és vagus rostjaiból származnak. Ha a vérnyomás, vagy a vér összetétele változik, akkor ezek az érző idegvégződések izgalomba jönnek s az ingerület a glossopharyngeus centripetális rostjain a nyultagyba jut, ahonnan ugyanennek az idegnek efferens rostjain keresztül központi ingerület jut a glomus caroticum sejtjeihez s ezekben secretiót indít meg. Az így keletkező váladék a vérbe kerül s ott kifejti a szervekre gyakorolt általános hatását.

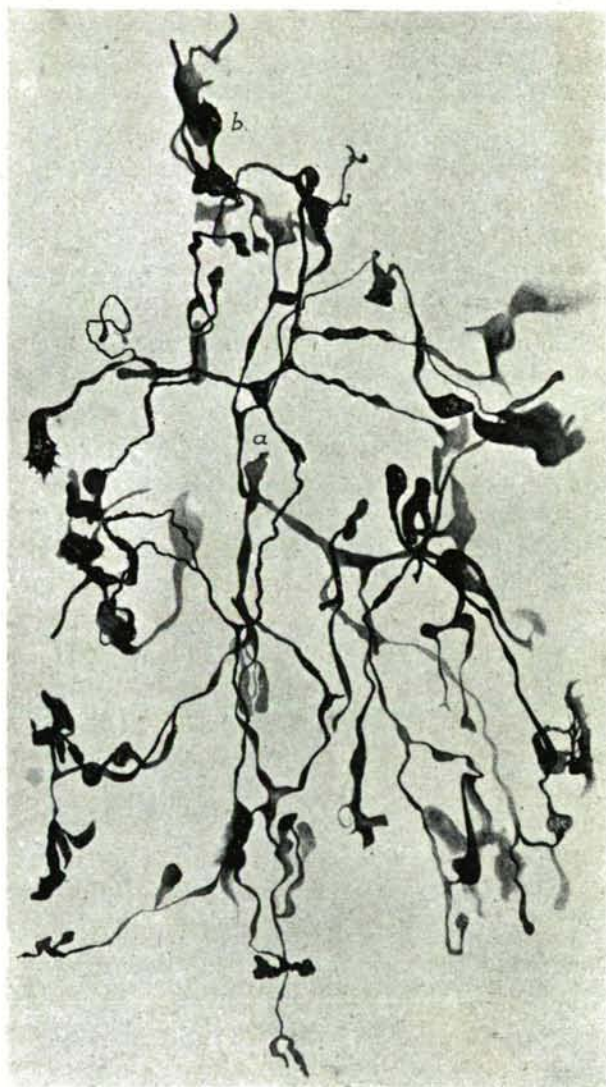
F. de Castro 1928-ban újra vizsgálata körébe vonta a glomus caroticumot s az újabban talált eredmények hatása alatt régi álláspontját feladta. Új felfogása szerint a glossopharyngeusból eredő nervus intercaroticus nem tartalmaz centripetális secretorikus rostokat, hanem csak kizárólag receptorokat s így a glomus caroticum nem lehet mirigy, hanem egyszerűen egy érző végszerv, amely a vérben végbemenő „qualitativ változások” észrevételére szolgál.

Sunder Plassmann (1930), aki egyszerű festési eljárással és impregnálással is vizsgálta a különböző glomus caroticumok szerkezetét és beidegzését, a kísérletek „ellentmondó eredményei”-re hivatkozva odanyilatkozik, hogy a glomus caroticumnak a működése ma még „keineswegs restlos geklärt ist”. Hangsúlyozza, hogy a glomus caroticum nem lehet a Hering-féle sinusreflexek anatómiai alapja, mivel a specifikus felfogó készülékek nem benne, hanem a sinus caroticus falában vannak, de hangsúlyozza azt is, hogy szerkezetéből vér-

edényekben és idegekben való gazdagságából következtetve semmiképpen sem lehet accessoricus szerv.

Nagy haladást jelentett a szerv működését illetőleg az a kísérletsorozat, amelynek eredményeképpen Heimans C. és I. J. Bouckaert (1939) arról ad számot, hogy a glomus caroticumban olyan felfogó készülékek vannak, amelyek a vér CO_2 tartalmának változásával reflektorikusan serkentőleg vagy bénítólag hatnak a nyúltagyi lélegzőközpontra. Heimans és Bouckaert kísérleteiket abból az ismert fiziológiai tényből kiindulva kezdték el, hogy a kémiai tényezők közül a keringési funkciók szabályozásában a széndioxidnak és az oxigénnek van a legnagyobb szerepe, amennyiben a CO_2 -ben gazdag vér stimulálja, a CO_2 -ben szegény vér pedig egészen apnoéig bénítja a nyúltagyi légzőközpontot. Kísérleteiket kutyákon végezték s elmés elgondolások nyomán megejtett beavatkozásokkal rájöttek arra, hogyha a keringés tekintetében izolált, de a beidegzés szempontjából épen hagyott sinus caroticuson CO_2 -ben gazdag vért áramoltattak át a sinus caroticus stimulálta, viszont a CO_2 -ben szegény vér esetében erősen lefokozta a légzőközpontot, amely utóbb egészen apnoét is eredményezett. A szerzők a sinus caroticusnak ezen stimuláló hatását még akkor is észlelték, ha az átáramlott vér CO_2 tartalma a fiziológiás határon alul maradt. Ezen kísérletek révén tehát megállapítást nyert az a tény, hogy a sinus caroticusban specifikus receptorok vannak, amelyek a vér CO_2 tartalmának a váltakozására reflektorikusan befolyásolják a nyúltagyi légzőközpontot. Kísérletileg bebizonyosodott az is, hogy a sinus caroticus kémiai érzékenysége valóban a glomus caroticum szintjére esik, úgy ahogy azt F. de Castro morfológiai vizsgálatok alapján gondolta, viszont az ér falát érő nyomásokra jelentkező Hering-féle sinus reflexek receptorai magában az érfalban vannak. Sikerült ugyanis kimutatni, hogyha a glomus caroticumot embolizáció útján kikapcsoljuk, a sinus tájék kémiai sensibilitása megszűnik, míg a nyomás sensibilitás továbbra is érvényes marad. Az így elkülönített receptorok közül azokat, amelyek az edényre ható nyomás hatására reflektorikusan artériális hypotóniát és bradycardiát eredményeznek, pressoreceptoroknak nevezték, viszont a glomus caroticumban lévő receptorokat, amelyek a vér összetételére reagál-

nak chemoreceptor névvel illették. Ezzel a kísérletsorozattal kiderült, hogy a sinus caroticusban egy rendkívül gazdag receptormező van, mely a keringési és a lélegzőszervrendszer



12. ábra. Homo sapiens: sinus caroticus. Pressoreceptor. a: idegrost.
b: idegvégződés. Bielschowsky eljárás. Nagytás 1200 \times .

Abb. 12. Homo sapiens: Sinus caroticus. Pressorezeptor. a: Nervenfaser.
b: Nervenendigung. Bielschowskysches Verfahren, 1200-fache Vergrößerung.

működésére reflektorikusan döntő befolyást gyakorol. A mezőnek egyik részén nevezetesen a glomus caroticumban vannak a chemoreceptorok, amelyeket fent részletesen tárgyaltunk s a sinus caroticus falában ott vannak a pressoreceptorok, amelyek lényegében nem egyebek, mint a sinusideg rostjainak faalakú dús elágazásai. (12. ábra.) A pressoreceptorokat F. de Castro, Sunder Plasmann, Riegele és Ábrahám vizsgálatai nyomán eléggé ismerjük. Itt pusztán csak az összehasonlítás kedvéért mutatok be egy ilyen pressoreceptort a 12. ábrán. A rendkívül gazdag végfa, amelyet az ábra feltüntet a sinus ideg egyetlen rostjának (12. ábra a) végelágazása. A sinus idegrostjai a periarteriális kötőszövetből rendszeren négyesével, ötösével lépnek be az adventitiába, ahol rövidesen elválnak egymástól s rendszeren magánosan haladva messzire futnak az adventitia belső rétegébe, miközben jobban és jobban megközelítik a médiát. Mikor aztán eléri a tunica média külső szélét, olyan hihetetlen gazdagságban ágaznak el, hogy szinte alig van az edény falán hely, ahol idegrost idegrostot ne érne. Az ágak átmérője erősen ingadozó. A rost hol megvastagszik, hol pedig egészen szokatlanul hirtelen elvékonyodik, majd ismét újra megvastagodik. A vékonyabb ágakon igen gyakoriak a lemezszerű kiszélesedések, amelyekben felette élesen láthatók a neurofibrillák. Az elágazásokból létrejövő terminális rostok egészen különleges nagykiterjedésű neurofibrilláris véglemezekben végződnek, amelyek nagy sokaságuk miatt szinte összefüggő neurofibrilláris véghálót formálnak a média és az adventicia határán. A neurofibrilláris véglemezek sokaságából magyarázható meg a sinus falának rendkívüli érzékenysége és az, hogy szinte a legkisebb külső vagy belső nyomás hatására bekövetkeznek a Hering-féle sinus reflexek, különösen akkor, ha a falon az arteriosclerózis jelei mutatkoznak. A pressoreceptorokat mai napig túlnyomórészt a sinus caroticus falából ismerjük, én azonban úgy kezdem látni, hogy még más helyek is vannak a véredények lefutásában, ahol hasonló készülékek nyilván hasonló feladattal fordulnak elő.

Az kétségtelen, hogy Heimanns és Bouckaert kísérleteivel tisztázódott a glomus caroticum szerepe s az is bebizonyosodott, hogy a Hering-féle sinus reflexek érző talpai a sinus caroticus falában vannak, azonban a glomus caroticum szer-

kezete megítélésem szerint továbbra is érthetelen marad, mert egyszerű chemoreceptor volta mellett nincs megmagyarázva a bonyolult szerkezet és a kettős beidegzés, azonban ez a körülmény a légzésszabályozó feladatnak nem áll az útjában.

Összefoglalás.

1. A különböző agyidegekből és a ganglion cervicale supremumból eredő idegnyalábok a glomus caroticum tokjában dús fonadékokat alkotnak, melynek lefutásába itt-ott szimpatikus idegsejtek vannak beiktatva.

2. Az interstitiális fonadék rostjai sok bonyolult szerkezetű gomolyt formálnak, melyeknek ultraterminális rostjai egymáshoz kapcsolják a szomszédos glomerulusok hasonló képződményeit.

3. Az interstitiális fonadék végrostjai részben pericelluláris fonadékok alakjában veszik körül a chromaffin sejteket, részben pedig a sejtek között hosszúkács, lecsapott végű lemezek alakjában szabadon végződnek.

4. A pericelluláris fonadékok valószínűleg a szimpatikus idegrendszerhez tartoznak, míg a szabad idegvégződések az agyidegek rostjainak a végződésai.

5. A bonyolult szerkezet és a kettős beidegzés határozottan ellene mond annak, hogy a glomus caroticumot csak egyszerű chemoreceptornak tartsuk, azonban ez a megállapítás a kísérletileg igazolt légzésszabályozó működéssel nincsen ellentétben.

(Aus dem allg. zoologischen und biologischen Institut der kgl. ungarischen Horthy Miklós-Universität Szeged. Direktor: Prof. Dr. Ambrosius Ábrahám).

Über das Nervensystem des Glomus Caroticum beim Menschen.

(Mit 12 Textabbildungen.)

Von

Ambrosius Ábrahám.

Das Glomus caroticum erhält, wie aus älteren Untersuchungen bekannt, seine Nerven aus dem Ramus caroticus des N. glossopharyngeus, dem N. laryngeus superior des Vagus oder direkt aus dem Vagus. Ausserdem kommen Fasern aus dem obersten Halsganglion des Truncus sympathicus und es ist sogar wahrscheinlich, dass das Glomus caroticum hie und da auch vom N. glossopharyngeus noch einige Fasern erhält. Diese, verschiedenen Systemen angehörenden Nerven bilden um das Organ ein Geflecht, den sog. Plexus periglandularis. Dieses Geflecht besteht aus verschieden dicken, sich fest aneinanderschliessenden Bündeln, deren Fasern sich vielfach gegenseitig austauschen. Die Bündel bildenden Fasern sind jeweils dünner oder dicker, verlaufen gewöhnlich wellenförmig und werden in ihrer Bahn von vielen länglichen, an beider Enden zugespitzten Kernen begleitet. Letztere entsprechen den Kernen der *Schwann'schen* Scheide. Nach Angaben früherer Forscher sind im Verlauf der Nervenbündel kleinere oder grössere Ganglien eingeschaltet. In eigenen Untersuchungen fand ich dagegen absolut keine Ganglien, vertrete aber entgegen der Lehre von *Wilson* und *Billingsley*, entschieden den Standpunkt, dass in den Geflechten vereinzelt Ganglienzellen tatsächlich vorhanden sind.

Die erwähnten Verfasser fanden nach Färbung mit Haematein u. Eosin keine Ganglienzellen. Ich dagegen beobachtete bei Färbung mit den zwei obengenannten Farbstoffen in meinen Präparaten, sowie auch in versilberten Schnitten allein-stehende Nervenzellen in die Nervenbahn eingeschaltet. Ihrer äusseren Struktur nach zu urteilen, scheinen sie dem sympha-

thischen Nervensystem anzugehören. *Watzka* fand beim Studium des Glomus caroticum der Gans im Plexus periglandularis zwei Arten von Nervenzellen: unipolare grosse Zellen, die angeblich dem Zentralnervensystem angehören und daneben Zellen sympathischen Ursprungs. Bei der Untersuchung menschlichen Materials konnte ich aus dem Zentralnervensystem stammende Zellen nicht finden und es werden solche auch in der einschlägigen Literatur nicht erwähnt.

Aus dem Plexus periglandularis winden sich kleinere, aus ganz wenig Fasern bestehende Äeste zu den Oberflächen der Glomeruli. Hier, fast ganz an der Zelloberfläche, verlaufen sie meistens kreisrund und bilden das periglomerulare Geflecht. Auch nach *Riegele* ist in diesen Äesten eine dichotomische Verzweigung der Fasern häufig zu beobachten. Besonders an gewissen Knotenpunkten stösst man des öfteren auf eine Anzahl von Fasern, die sich gabelförmig verzweigen und zwar so, dass an der Stelle der Verzweigung ein kleiner, gewöhnlich dreieckiger Knoten zu beobachten ist. Diese Knoten gleichen sehr den dreieckigen Gebilden, die von älteren Neurohistologen, bes. *Bethe*, in den Gefässwänden als Nervenzellen, beschrieben wurden. Nebenbei wurde ich auf eine sehr interessante Erscheinung aufmerksam, die ich später bei stärkerer Vergrößerung untersuchte und auf Abb. 1. veranschaulichte. (Abb. 1.) Wie aus der Abbildung deutlich ersichtlich, besteht dieses Phänomen darin, dass die Fasern tatsächlich hakenförmig ineinandergreifen und zwar in einem Knotenpunkt. Diese Feststellung konnte an fast allen Fasern gemacht werden und wahrscheinlich liegt dieser Tatsache eine physiologische Ursache zugrunde. Eventuell haben wir es hier mit einer bisher nicht bekannten Form des Parallelkontaktes, bzw. der Reizübertragung zu tun, deren Anwesenheit vielleicht garnichts so Auffälliges darstellt in einem Organ, wie es das Glomus caroticum ist, in dem Nervenfasern so verschiedenen Ursprungs in der Auslösung einer heute schon experimentell bewiesenen Reflexverkettung zusammenwirken.

Die erwähnten kleineren Bündel verlaufen an der Oberfläche der Glomeruli, um dann abzuzweigen und oberhalb der verschiedenen Glomeruli, und auch in diesen selbst, den Grund für ein so ausserordentlich reiches Nervengeflecht zu legen;

wie wir es in keinem andern, den menschlichen Körper aufbauenden Organ finden (Abb. 2.) Die Zahl dieser Fasern des Plexus ist so überaus gross, dass eine Orientierung vollkommen unmöglich ist. Nur soviel ist festzustellen, dass der überwiegende Teil dieser Fasern ausserordentlich dünn ist und wellenförmig verläuft, während die dickeren eher gerader Richtung sind. Unter beiden Arten dieser Fasern sind auch bei kleiner Vergrösserung abzweigende zu finden und auch solche, die aus dem Plexus in die Glomeruli eintreten.

Die Mehrzahl der Fasern des periglomerularen Plexus verläuft konzentrisch, ein Teil läuft parallel nebeneinander, während die übrigen, teils unter starken Windungen, gleichsam hüllenartig je ein Glomerulus umschliessen (Abb. 3.) Ebenfalls nicht selten zu beobachten ist die Tatsache, dass einzelne Fasern parallel laufen und sich mit andern, konzentrisch geordneten Fasern kreuzen. Ausserdem ist Form und Struktur dieser reichen Flechtwerke so verschieden und oft so abweichend, dass der Beobachter in einem einzigen Präparat die verschiedensten Gebilde vor Augen geführt bekommt.

Die Fasern des periglomerularen Plexus verlaufen gewöhnlich in Form von Einzelgeflechten, zeitweise den ganzen Glomerulus überschreitend und gehen dann weiter, oder aber, was häufiger der Fall ist, wenden sich zurück. Die innerhalb der Glomeruli bleibenden, so wie die nach starker Kurven zurückkehrenden Fasern bilden im Innern der Glomeruli ein ausserordentlich dichtes und sehr abwechslungsreiches Geflecht, den interstitiellen Plexus (Abb. 4.) Die Fasern desselben gehen häufig übereinander hinweg und kommen wiederholt in Berührung mit den die Glomeruli durchwebenden Blutgefässen und Zellen. Wie aus Abb. 5 erhellt, ist die Berührung oft so innig, dass die Fasern fast an der Oberfläche des Zellkernes durchbrechen. Auch scheint es oft, als ob diese, bei starker Vergrösserung stark gekörnt erscheinenden, bzw. fibrillierten Fasern im Zellkern, bzw. an der Oberfläche desselben endeten. Wie ich schon in mehreren neurologischen Arbeiten ausführte, stehen wir hier einer ausserordentlich schwierigen Frage gegenüber, da wir uns nie davon überzeugen können, ob das diesbezüglich Festgestellte den Tatsachen entspricht, oder aber auf Versehen bzw. auf falscher Beurteilung der Dinge infolge Mangels an

entsprechenden optischen Einrichtungen beruht. Es ist nämlich die Frage, ob eine Faser an der Zelloberfläche, am Protoplasma der Zelle, am oder im Zellkern endet, endgültig und mit Sicherheit heute noch nicht zu entscheiden. Wie gute Präparate und wie klare Bilder uns auch zur Verfügung stehen mögen, bleibt uns doch nur ein Kriterium, nämlich, dass wir bei einer gewissen Einstellung die Fasernendigung und die entsprechende Stelle der Zelle in einer Ebene sehen. Meines Erachtens ist jedoch selbst dies nicht immer ausreichend, denn auch so ist dem Versehen und der Phantasie freie Hand gelassen, wofür aber in der mikroskopischen Anatomie absolut kein Bedarf ist. Im Gegenteil, dies ist derjenige Wissenschaftszweig, in dem wir mit allen uns zur Verfügung stehenden Mitteln dahin streben, die Phantasie, die in anderen Gebieten der Wissenschaft durchaus nützlich sein mag, ganz auszuschalten. Es ist nicht selten der Fall, dass einzelne, in die Glomeruli eintretende Fasern ausgesprochene Knäuel bilden, die in ihrer Erscheinung entschieden als identisch angesehen werden können mit denjenigen lockeren Knäueln, die aus der Bindengewebsschicht der Zungenpapillen, dem subkutanen Bindegewebe der Haut, und insbesondere der äusseren Genitalien in grosser Zahl und reichen Abwandlungen bekannt sind.

Abbildung 5 zeigt das Bild solcher interglomerularen lockeren Knäuelchen. Diese sind aber, im Gegensatz zu den an den erwähnten Stellen vorkommenden Tastkörperchen nicht vollkommen geschlossen, sondern es geht, wenn die Beobachtungen nicht trügen, von diesen ein sehr dünnes ultraterminales Fäserchen aus, das in der Nähe der Glomerulizellen, ebenso wie die sensiblen Endigungen, in einem verlängerten End- Kölbchen endet. Eine andere Besonderheit dieses scheinbaren Endkörperchens ist, dass sich in dem einen Winkel zwei Fasern befinden, von denen die dickere — am Ende gabelförmig verzweigt — ein sekundäres verlängertes Knäuel bildet, während die dünnere — ihre ursprüngliche Form beibehaltend — in einem ähnlichen Gebilde endet. Sowohl das erste Knäuel, wie auch die beiden anderen, in einem Organ, wie dem Glomus caroticum, ist meines Erachtens ungewöhnlich. In Anbetracht der geheimnisvollen Funktion dieses Organes da-

gegen ist es möglich, dass dieser Umstand richtunggebend für die Funktion desselben ist.

Noch vollständiger wird das Bild des interstitialen Knäuels und sein Verhältnis zu den Zellen in Abbildung 6. wiedergegeben (Abb. 6.) Hier sind bei 1800-facher Vergrößerung nur die Kerne einzelner Zellen sichtbar, die vom Plexus der stark varikösen und fibrillierten Fasern in regelrechten Knäueln umgeben sind. Ein Teil der Fasern verteilt sich dichotomisch und die so entstehenden Zweige umfassen sozusagen die grossen Zellkerne. Dies ist ebenfalls ein sehr ungewöhnliches Bild und an sich den typischen sensiblen Knäueln sehr ähnlich, in denen auch Tastzellen vorhanden sind. Diese Gebilde weisen sehr grosse Aehnlichkeit auf mit den bei kleiner Vergrößerung und oberflächlicher Untersuchung verfertigten Zeichnungen, die die Fachliteratur von den *Meissner'schen Körperchen* bringt. Zeitweise sind diese knäuelartigen Gebilde so zahlreich, dass an eine Zeichnung derselben — von Photographieren kann gar keine Rede sein — selbst bei grösstem Sachverständnis und Talent kaum gedacht werden kann. Meines Erachtens haben aber derartige Bemühungen auch nur wenig Zweck, denn Material und Untersuchungsmethoden, bzw. optische Hilfsmittel stehen dem Interessenten jederzeit zur Verfügung. Sollte aber jemand der Methoden und der Instrumente nicht Herr sein, so wird er doch immer die Möglichkeit haben, Originalpräparate, die dem Fachmann stets zur Verfügung stehen, zu besichtigen.

Dennoch möchte ich in diesem Falle des Knäuelreichtums, wo alles bisher Bekannte und sogar die kühnste Phantasie übertroffen wird, von einer eingehenden Schilderung einiger weiterer Knäueltypen zwecks Orientierung nicht absehen. Es sei aber betont, dass — obwohl alle vom *Glomus caroticum* verfertigten Schnitte überreich sind an Knäuelformen verschiedenster Art und Fasernsysteme — ein schier unübersehbarer Reichtum an besonderen Knäuelgebilden doch eher in denjenigen Schnitten zu finden ist, die die Randgebiete des Organes einschließen, und zwar unmittelbar dort, wo die Fasern der Bindegewebskapsel an die Glomerulioberfläche grenzen. Die folgende Abbildung zeigt nicht weniger als fünf solcher ineinandergreifenden Knäuelsysteme eines solchen

Schnittes (Abb. 7.) Dieses mit kleiner Vergrößerung hergestellte Bild stellt nur einen Teil des Knäuelsystemes dar, das im ganzen Präparat nicht weniger als zehn voneinander gut abgegrenzte Knäuel ganz klar und in ununterbrochenem Zusammenhange zeigt. Wie Abbildung 7. zeigt, gehören diese Knäuel dem Fasernsystem eines einzigen periglandularen Bündels an. Dieses Bündel schliesst, wie an dem Präparat ersichtlich, mit seinen zwei dichotomischen Aesten zwei voneinander nicht scharf abgegrenzte Glomeruli ein. Aus dem einen Ast laufen kleinere Bündel, die längs der Glomeruli zu zweit oder dritt Fasern abgeben, die später im mikroskopischen Bild ausgezeichnet sichtbar werden und zur Entstehung knäuelartiger Gebilde führen, die aber wegen ihrer Reichhaltigkeit weder schriftlich noch gezeichnet einwandfrei wiedergegeben werden können.

An irgend einem Pole nähern sich jedem dieser Knäuel Fasern, die dann, ab und zu etwas verdünnt, fein zugespitzte Varizen bildend, kreuz und quer durch die Zellen der Glomeruli laufen. Später führen dieselben infolge der gesteigerten Abnahme ihres Kalibers zur Entstehung sehr feiner und komplizierter Knäuel, zu deren genauer Auflösung sich selbst die stärkste mikroskopische Vergrößerung als zu schwach erwies (Abb. 7. a.)

Mit stärkerer Vergrößerung ist zu beobachten, dass von dem Knäuel in verschiedener Richtung feine Fasern ausgehen, in deren auffallend grossen Varikositäten häufig kleine Höhlen sichtbar werden. Daneben treten ebenfalls aus dem Knäuel, aber in anderer Richtung, auch solche Fasern in das benachbarte Bindegewebe über, die selbst bei stärkster mikroskopischer Vergrößerung eben nur an der Grenze der Sichtbarkeit bleiben. Diese ausserordentlich feinen Fasern bilden am Rande der Knäuel ein längliches, an Varizen überaus reiches Geflecht.

Von den auf Abbildung 7. wiedergegebenen Knäueln ist als besonders eigenartig das mit *b* bezeichnete zu nennen. Wie bei stärkerer Vergrößerung einwandfrei sichtbar, und auch durch die Zeichnung fabelhaft wiedergegeben wird, erhält dies Knäuel Fasern aus zweierlei Systemen. Das eine besteht aus zwei Fasern und das andere bildet eigentlich eine alleinstehende dickere Faser, die von zwei aus verschiedenen Richtun-

gen kommenden feineren Fäserchen begleitet wird. Von diesen Fasern treten die zwei des ersten Systems in das Knäuel ein, wo die dünnere, massive Faser bei gleichbleibender Dicke einen Halbkreis beschreibt, um sich dann in zwei Aeste, einen dünneren und einen dickeren zu teilen. Der stärkere Ast tritt aus dem Knäuel heraus und verdickt sich nach einiger Zeit noch mehr. Dann teilt derselbe sich wiederum in einen dickeren und einen dünneren Zweig und verlässt nach längerem parallelen Verlauf die Gegend des Knäuels, um sich einem andern Knäuel zu nähern. Die zweite Faser des ersten Systems, deren Wurzel stark fibrilliert ist, biegt nach ihrem Eintritt in das Knäuel knieartig nach rechts ab, nimmt dann nach starker Linksschwenkung gerade Richtung an und endet nach vorübergehender starker Verdickung in dünnerer Form im Zentrum des Knäuels. Die auf Abbildung 7. in das Knäuel *b* tretende, dem anderen System angehörende Faser ist, wie dies auch an der bei verhältnismässig kleiner Vergrösserung vorgenommenen Zeichnung gut sichtbar ist, eine dicke, an ihrem peripheren Teil stark fibrillierte Faser, die sich nach Erreichen der Knäuelgrenze in zwei Aeste teilt, von denen der linke das Knäuel zu dreiviertel seines Umfanges umwandert und, nachdem er das gegenüberliegende Fasernbündel erreicht hat, ohne sich zu teilen, im Innern des Glomeruls verschwindet. Der andere Ast biegt nach rechts ab und tritt, nachdem er an der Gestaltung der scharfen Aussenwand des Knäuels teilgenommen, als ultraterminale Faser aus dem Körper heraus und verläuft dann im Bindegewebe. Als interessante Erscheinung möchte ich noch hervorheben, dass die Wurzel des nach links abbiegenden Zweiges der eben besprochenen Hauptfaser von einem ganz feinen Fäserchen umarmt wird und dann mit beiden Zweigen in der rechten Wand des Knäuels weiter geht. Diese Erscheinung ist als eine äusserst feine Form des Parallelkontaktes zu betrachten.

Neben den Fasern, die zum Hauptfasersystem des eben beschriebenen Knäuels gehören, sind — wie an Abbildung 7. ersichtlich, noch zwei ganz feine Fasernbündel vorhanden, die gleichfalls parallel verlaufend die Bahn der dicken Faser verfolgen. Später aber tritt ein Teil derselben in die Wand des Knäuels ein, während der andere zu den am Knäuelrand befind-

lichen Zellen hingeht. Eine andere Gruppe der zum Knäuelrand strebenden dünnen Fasern geht geradewegs in den Körper des Knäuels ein, und bildet dort ein so dichtes Flechtwerk, dass an eine Beschreibung bzw. Zeichnung desselben garnicht gedacht werden kann. Am rechten unteren Rande des Knäuels gesellt sich diesem ein anderes, recht grosses Knäuel zu, von dem aus nach rechts oben verlaufend ein ausserordentlich feines, längliches Knäuel mit sehr dichtem Fasernsystem sichtbar wird.

Wie Abbildung 7. zeigt, gehen von dem mit *b* bezeichneten Knäuel zwei ultraterminale Fasern aus, eine dickere und eine dünnere, die dann in ein anderes Knäuel eintreten (*c* in Abb. 7.) Die dünnere Faser umkreist das Knäuel zu einem Viertel seines Umkreises, um dann unten nach rechts abzubiegen und — zeitweise stark verbreitert — wieder zurückzulaufen und kehrt nachher, wieder schmaler geworden, zum Knäuel *b* zurück. Die dickere Faser teilt sich in zwei Aeste, von denen der stärkere aufwärts schwenkt, um sich dann nach links zu wenden und verschwindet dann in dem aus dicken Fasern bestehenden System des Knäuels. Die dünnere Faser geht abwärts, biegt nach links um und bildet später mit mehreren länglichen varikösen, seitlich kommenden, ebenfalls dünnen Fasern gemeinsam das dichte Flechtwerk des unteren Knäuelteiles. Aus diesem Geflecht treten sowohl von oben, wie auch von unten her zahlreiche Fasern in das Knäuelinnere, die dort ein sehr dichtes Geflecht bilden. In den Maschen desselben sind die Glomerulizellen deutlich sichtbar und von den Fasern ganz umspinnen.

Dem oberen, aus dicken Zweigen bestehenden Fasernkomplex des *c*-Knäuels schliessen sich ein kleineres, ebenfalls dickfaseriges Knäuel und oberhalb diesem nach links schwenkend, ein aus sehr feinen Fasern bestehendes Nervengeflecht an, dessen Fasern in sehr engem Zusammenhang mit den Glomerulizellen stehen. Aus dem *c*-Knäuel auf Abb. 7. kommen auf der linken Seite drei Fasern, zwei dickere und eine aussergewöhnlich dünne. Letztere verliert sich und die zwei dickeren führen zu einem neuen, weit ausgebreiteten Knäuel lockerer Struktur, das sich aber in verschiedener Hinsicht von den bisher beschriebenen unterscheidet (*d* auf Abbildung 7.). Die

aus den benachbarten Knäueln kommenden Fasern werden hier plötzlich dünner und verlaufen dann in divergierender Richtung. Sie umfassen oben und unten bogenförmig das Knäuel, dessen umrahmende Fasern von der entgegengesetzten Seite kommen, während die Nervenfasern der inneren Substanz von unten her, bzw. seitlich kommen. (Abb. 8.) Letztere verändern ihr Kaliber auffallend und es ist hier keine seltene Erscheinung, dass eine dicke Faser sich übergangslos so stark verdünnt, dass es aussieht, als ob der dünne Fortsatz nichts anderes wäre, als die Substanz der zentralen Fibrillen. Interessant und im Präparat nicht häufig zu beobachten ist die Tatsache, dass eine Nervenfaser im Innern des Knäuels ein ganz eigenartiges, dickfaseriges kleines Knäuel bildet und zwar so als ob zahlreiche Ringe sich fest aneinanderreichten, das dann mit 4—5 ultraterminalen Fasern am Aufbau des peripheren Teiles dieses Knäuels teilnimmt. Im Innern desselben sind häufig Verzweigungen, Berührungen und mehr oder wenig grosse Parallelkontakte zu beobachten, die — wie aus dem eingehenden Studium des mikroskopischen Bildes erhellt — schliesslich zu einem so verzwickten Gefüge führen, in dem sich auszukennen fast unmöglich ist (Abb. 9).

Nach der Beschreibung der Geflechte und der innerhalb der Glomeruli befindlichen Knäuelgebilde bleibt noch eine ungeheuer wichtige Frage offen, deren Beantwortung auch vom Standpunkte der Physiologie dieses wichtigen Organes von grosser Bedeutung ist. Es fragt sich, ob die Nervenfasern im Glomus caroticum enden und wenn ja, wie, bzw. in welcher Beziehung die Glomerulizellen zum Nervensystem stehen. Es besteht nämlich heute kein Zweifel mehr darüber, dass — obwohl zwischen den Neuronen morphologisch kein Unterschied gemacht werden kann — aus ihren Endigungen stets ihre Natur festgestellt und im grossen und ganzen auch auf ihre Funktion Schlüsse gezogen werden können. Eben deshalb ist die einwandfreie Klärung der Frage von grosser Wichtigkeit, ob die Nervenfasern, die aus dem auf das Gebiet der Glomeruli fallenden Endgeflechte austreten, zwischen den Zellen enden, und wenn ja, welcher Art diese Endigungen sein mögen bzw. in welchem Verhältnis sie zu den Zellen stehen. Die in der einschlägigen Literatur veröffentlichten, mit modernen

Untersuchungsmethoden erzielten Ergebnisse sprechen dafür, dass die Nervenfasern tatsächlich im Glomus caroticum, und hier naturgemäss in den Glomeruli enden. Die Feststellung dieser Tatsache, ich möchte sagen, die kategorische Sicherstellung derselben ist besonders darum sehr wichtig, weil wir auch heute von Organen bzw. Geweben wissen, in denen die Endigungen des Nervensystems bisher mit keinerlei Methoden nachzuweisen waren. Hierher gehören die Herzmuskulatur und das glatte Muskelgewebe, in denen das Nervensystem zweifellos enden muss und doch gelang es selbst in den mit hervorragendsten Methoden verfertigten besten Präparaten nicht, den einwandfreien Beweis hierfür zu erbringen. Der Grund hierfür ist vielleicht, dass das, was wir für Nervenendigungen zu halten geneigt sind, möglicherweise wirklich Endigungen sein können, es können aber ebensogut geschwollene Enden durchschnittener Fasern sein, oder gar Varikositäten besonderer Grösse, wie sie im Verlauf der Nervenfasern ausserordentlich häufig sind. Von den Endigungen können wir uns mit Bestimmtheit nur dann überzeugen, wenn wir — ebenso wie im Epithel, im Bindegewebe und in der quergestreiften Muskulatur — am Ende der Rezeptoren bzw. Effektoren solche, in jedem Fall untrüglich erkennbaren Endgebilde finden, die zweifellos das Ende des Nervenfortsatzes bedeuten und daneben auch Ursprung und Natur der Nervenfaser wahrheitsgetreu erklären. Solche Endgebilde kommen aber leider nach den bisherigen Untersuchungen weder in der Herzmuskulatur oder der glatten Muskulatur, noch in den Drüsen vor. Da im Falle des Glomus caroticum die Verhältnisse bzgl. der Nervenendigungen denen in den letztgenannten Organen gleichen, müssen wir mit grösster Aufmerksamkeit die Frage verfolgen, ob im Glomus caroticum gut erkennbare und abgegrenzte Nervenendigungen vorkommen und wenn ja, in welchem Verhältnis diese zu den Glomerulizellen stehen. Diesbezüglich geben die nach *Bielschowsky* hergestellten Präparate die beste und präziseste Antwort. In diesen Präparaten können wir uns mit Bestimmtheit davon überzeugen, dass zwischen dem interstitialen Endgeflecht und den Glomeruli sehr enge Zusammenhänge bestehn. Die meisten Präparate lassen erkennen, dass die Zellen von feinen varikösen Endfasern des Geflechtes korb-

artig ganz umspinnen werden und zwar so, dass die Zellen fast an der ganzen Oberfläche mit dem Nervensystem in Berührung stehen. Dies ist, wie die gründliche mikroskopische Untersuchung einwandfrei ergibt, keineswegs eine sporadische Erscheinung, sondern ein Grundsatz im Bauplan dieses Organs. Tatsächlich ist jede Zelle eingeschlossen in ein genau für sie zugeschnittenes perizelluläres Nervengeflecht (Abb. 10.) So reichlich ist dieses perizelluläre Nervengeflecht und die Bindung zwischen Zellplasma und Nervensystem so innig, dass es fast als überflüssig erscheint, nach Endigungen der Nervenfasern zu forschen. Ausser diesen perizellulären Nervengeflechten stossen wir zwischen den Zellen häufig auf ganz kleine Knäuelchen, die kaum grösser sind als die Zelle selbst. Diese kleinen Knäuel kommen dadurch zustande, dass die ganz feinen, nur mit starker Vergrösserung sichtbar zu machenden Fasern sich wiederholt teilen. Die kleinen Aeste umarmen einander und winden sich dann zwischen die Zellen des Zellennestes, um mit diesen in innige Beziehungen zu treten.

Wenn wir nach diesen Feststellungen Lage und Verhältnisse der Glomuszellen und der in das Glomus caroticum tretenden Nervenfasern konkret darstellen wollen, muss gesagt werden, dass einerseits die feinen Endzweige des interstitiellen Geflechtes ein korbartiges Geflecht um die Zellen weben und andererseits zwischen den Zellen ganz feine interzelluläre Knäuelchen bilden, die die gegenseitigen Beziehungen zu ganz innigen gestalten. Es ist allerdings nicht ganz ausgeschlossen, dass letztere nichts anderes sind, als eine bzw. mehrere Glomerulizellen einschliessende, feine Endgebilde. Wie stark die Beziehung zwischen dem Zellen und den beiden erwähnten Endgebilden ist, beweisen am besten die mikroskopischen Bilder, an denen wir sehen, dass eine zur Zelle laufende Faser dieselbe in Form eines Fasernkreises umgrenzt und mit dem gesamten Kreisumfang das Plasma berührt. An dem Nervenfasernkreis ist hie und da ein kleines Knötchen sichtbar und es lässt sich leicht feststellen, aus welcher Richtung die kreisbildende Faser kommt. Dieser Umstand und die oben beschriebene innige Beziehung beweisen deutlich, dass der bisher in keinem anderen menschlichen Organ beobachtete Nervenreichtum ganz berechtigt ist und lassen auch Schlüsse ziehen auf den innigen Einfluss,

den das Nervensystem auf dieses Organ ausüben muss oder umgekehrt. Es kann natürlich auch angenommen werden, und dies ist wohl das Wahrscheinlichere, dass beide Prozesse nebeneinander zur Geltung kommen, wenn auch nicht in gleich grossem Ausmasse. Es ist auch anzunehmen, dass in den grossen Zellen der Glomeruli entstehende Stoffe eine Wirkung auf das Nervensystem ausüben und anderseits, dass vielleicht das Nervensystem die Absonderung der Glomerulizellen reguliert. Die Annahme ist nicht unwahrscheinlich, dass — wie ich schon vorher erwähnte — diese zwei wichtigen physiologischen Vorgänge einander antagonistisch beeinflussen.

Ausser den eben beschriebenen Nervenendformen, die — abgesehen von ihrer korbähnlichen Struktur — in gewissem Masse an die im Herzen und in der glatten Muskulatur gefundenen Verhältnisse erinnern, mangelt es nicht an besonders mit starker Vergrösserung hergestellten mikroskopischen Bildern, die entschieden für die Auffassung sprechen, dass sich zwischen den Zellen des Glomus caroticum auch freie Nervenendigungen befinden. Dass dem wirklich so ist, davon überzeugt uns folgende Abbildung (Ab. 11).

Diese mit starker Vergrösserung hergestellte Abbildung, die bei möglichster Genauigkeit in der Zeichnung einen Teil des interglomularen Geflechtes wiedergibt, lässt erkennen, dass 2—3 dicke Fasern sich nebeneinander winden, in denen der parallele Verlauf der Neurofibrillen überaus deutlich zutage tritt. Neben den dicken sehen wir auch ganz feine Fäserchen, die in ihrem ganzen Verlauf stark varikös sind. Zwischen den zwei Fasernarten finden sich auch solche, die nach kürzerem oder längerem Verlauf zwischen den Zellen des Glomus frei enden. Die Zeichnung bringt nicht weniger als vier solcher freier Nervenendigungen, die in ihrer äusseren Form einander gleichen und eigentlich nichts anderes sind, als verlängerte, sich plattenartig verbreiternde Teile der Nervenfasern, die uns nach eingehender Untersuchung mit Sicherheit davon überzeugen, dass wir es hier wirklich mit Endigungen und nicht etwa mit Faserngebilden zu tun haben, die künstlich von ihrem Fortsatz beraubt wurden. Allerdings dürfen wir deshalb, wie ich schon oben erwähnte, nicht alle Zweifel beiseite schieben,

da wir uns mangels spezifischer, terminaler Formen und Gewebsabgrenzungen nicht 100%-ig davon überzeugen können, ob wir es tatsächlich mit Endigungen zu tun haben oder nicht. Der Anschein und die uns zur Verfügung stehenden Mittel, sowie die an der Zeichnung zutage tretende Mannigfaltigkeit der Endformen sprechen dafür, dass in diesem Falle wirklich von freien Nervendigungen die Rede ist. Sollte dies so sein, so ist auch anzunehmen, dass zwischen den Zellen des Glomus caroticum eigentlich zweierlei Nervendbeziehungen vorhanden sind: 1. die schon erwähnten korbartigen perizeellularen Geflechte und 2. die eben beschriebenen freien Nervenendigungen. Von dieser Annahme ausgehend könnte man die Hypothese aufstellen, dass diesen mikroskopischen Bildern eigentlich eine zweifache Innervierung des Organes entspricht, welche Vorstellung an und für sich ziemlich wahrscheinlich ist. In diesem Sinne spricht auch meine Feststellung, dass ausser den verschiedenen Nervenfasern zerebralen Ursprungs, die mit den oben beschriebenen Nerven in ausserordentlicher Menge in das Mark des Glomus caroticum eintreten, auch sympathische Fasern vorhanden sind. Hiervon überzeugen uns ausser der Form der Fasern auch die in den periglandulären Geflechten gefundenen Nervenzellen sympathischen Typs. Dass die Innervierung der Glomeruli ebenfalls eine zweifache ist, darauf lässt einerseits die Anwesenheit dieser sympathischen Fasern, die sicherlich in die verschiedenen Geflechte eintreten, schliessen und andererseits die Tatsache, dass im Innern der Glomeruli auch Fasern vorkommen, deren Markscheiden in nach *Bielschowsky* versilberten und nachvergoldeten Präparaten einwandfrei sichtbar werden. Sollte dies den Tatsachen entsprechen, und das ist wohl kaum zu bezweifeln, dann sind die Endverbindungen der Nervenfasern im Innern der Glomeruli wirklich zweifacher Natur und spiegeln die terminalen Züge verschiedenen Nervensystemen entspringender Fasern wieder.

Es stellt sich nun von selbst die Frage, welche Rolle wohl dieses komplizierte, entlegene Organ spielen möge. Obwohl diese Frage schon eine sehr alte ist, haben wir doch auf eine befriedigende Antwort bis zum heutigen Tage vergebens gewartet. Wie wir sahen, hielt *Haller*, der es entdeckte, dasselbe

für ein Ganglien und zeigte so auch kein weiteres Interesse dafür. Spätere Forscher gaben ihm den Namen „Glandula carotica“ bzw. „Glandula intercarotica“ und sprachen ihm demgemäß eine Drüsentätigkeit zu. *Arnold* qualifizierte es als Haemangiom und erwartete so auch keine besondere Funktion von ihm. *Kose* und *Watzka* halten es für ein chromaffines Organ und *Kose* reiht es, ebenso wie *Kohn*, den Paraganglien ein.

Neuere Forscher, besonders *Vassale*, *Lansilotta* u. *Masaglia* zerstörten in ihren Versuchen das Gl. caroticum und stellten gleich darauf Glycosurie fest. *Frugoni* injizierte Glomusextrakt i. v., worauf Hypotonie und Bradycardie eintrat. Diese Ergebnisse wurden auch von *Vincent* bestätigt. Von gerade entgegengesetzten Ergebnissen berichtet *Mullen*, der nach Injizieren von Glomusextrakt bei Pferden eine Steigerung des Blutdrucks beobachtete. Die Versuche wurden von *Lansilotta* mit gleichen Ergebnissen wiederholt.

Widersprechende Resultate zeigten auch die allerneuesten Untersuchungen. *Fischer* wie auch *Betge* entfernten bei jungen Katzen beiderseitig die Teilungspartien der Carotis und fanden 6 Wochen nach der Exstirpation Appetitlosigkeit, schlechte Dentition und Wachstumshemmung. Weiters fanden sie die Knochen sehr porös und kalkarm und vermissen regelmässige Verknöcherungskerne. Im Gegensatz hierzu fand *Klug*, der nicht nur die Teilungsgegend der Carotis communis, sondern auch die Carotis selbst entfernte, bei den Versuchstieren weder psychische noch körperliche Veränderungen und schloss daraus, dass das Glomus caroticum zum Leben nicht unbedingt notwendig sei und nennt es deshalb ein akzessorisches Organ, das bzgl. seiner Bedeutung zwischen Nebenniere und Thymusdrüse stehe.

F. de Castro, der zuerst 1926 das Gl. caroticum in den Kreis seiner Untersuchungen zog, kam zu der Ansicht, dass dieses Organ eigentlich eine Drüsentätigkeit entfalte, da seine Zellen nicht chromaffine, sondern epitheloide Zellen sind, in deren Plasma Vakuolen vorkommen. Das in ihnen enthaltene Chondriom, so wie die in ihren Kernen wahrnehmbaren Veränderungen zeigen, dass wir es hier tatsächlich mit funktionierenden Drüsenzellen zu tun haben. *De Castro* konnte seine Auf-

fassung aber auch durch einen weiteren Befund unterstützen. Seinen Untersuchungen zufolge enthalten nämlich die Arterienwände des Gl. caroticum spezifische sensible Nervenendigungen, wie sie sonst in den Blutgefässwänden des ganzen Körpers nirgends vorkommen. Diese Endigungen gehören dem N. glossopharyngeus bzw. dem Vagus an. Bei Veränderungen des Blutdruckes bzw. des Blutchemismus werden diese sensiblen Nervenendigungen gereizt und die Erregung gelangt über die Fasern des Glossopharyngeus centripetal in das verlängerte Mark und von hier aus geht durch die efferenten Fasern eben dieses Nerven eine Zentralerregung zu den Zellen des Gl. caroticum und setzt hier die Sekretionstätigkeit in Gang. Das entstehende Sekret gelangt in die Blutbahn und übt von hier aus seine auf die Organe gerichtete allgemeine Wirkung aus.

F. de Castro machte 1928 das Gl. caroticum wiederum zum Gegenstand seiner Untersuchungen und gab dann auf Grund seiner neueren Resultate seinen alten Standpunkt auf. Seiner neueren Auffassung nach enthält der von N. glossopharyngeus stammende N. intercaroticus keine zentrifugalen sekretorischen Fasern, sondern ausschliesslich Rezeptoren und es kann demzufolge das Gl. caroticum nicht eine Drüse sein, sondern es stellt einfach ein sensibles Endorgan dar, das zur Wahrnehmung der im Blute vor sich gehenden „qualitativen Veränderungen“ dient.

Sunder Plassmann (1930), der Aufbau und Innervierung der verschiedenen Gl. carotica mit einfachen Färbungsmethoden und auch mit Imprägnierungsverfahren untersuchte, äusserte sich in Hinsicht auf die widersprechenden Ergebnisse dahin, dass die Funktion des Gl. caroticum heute „noch keineswegs restlos geklärt“ sei. Er betont, dass das Gl. caroticum nicht als die anatomische Grundlage für die *Hering'schen* Sinusreflexe angesehen werden kann, weil die spezifischen Empfangsapparate nicht im Gl. caroticum selbst, sondern in der Wand des Sinus caroticus enthalten sind; betont aber auch, dass dieses Organ mit seiner Struktur und seinen Gefäss- und Nervenreichtum keineswegs ein unwichtiges sein kann.

Einen grossen Fortschritt in der Gl. caroticumforschung bedeuten die 1939 von *Heymans* und *Bouckaert* I. J. bekanntgegebenen Versuchsserien, nach denen im Gl. caroticum Em-

pfangsapparate vorhanden sind, die auf Veränderungen im CO_2 -gehalt des Blutes hin reflektorisch entweder anspornend oder hemmend auf das im verlängerten Mark gelegene Atmungszentrum wirken. *Heymans* C. und I. J. *Bouckaert* gingen bei ihren Untersuchungen von der Tatsache aus, dass unter den chemischen Faktoren bei der Regulierung der Blutkreislauf-funktion Kohlendioxyd und Sauerstoff die wichtigste Rolle spielen, indem das CO_2 -reiche Blut das Atmungszentrum des verlängerten Marks stimuliert, das CO_2 -arme Blut dagegen sogar bis zur Apnoe hemmt. Die Forscher nahmen ihre Untersuchungen an Hunden vor und kamen durch geistreich erdachte Versuchsanordnungen zu dem Ergebnis, dass, wenn durch den bzgl. des Kreislaufes isolierten, betreffs des Innervierung aber intakt erhaltenen Sinus caroticus CO_2 -reiches Blut durchgeströmt wurde, der Sinus caroticus das Atmungszentrum stimulierte, bei Durchströmung CO_2 -armen Blutes aber weitgehend, sogar bis zum Eintritt einer Apnoe dämpfte. Diese Wirkung war selbst dann zu beobachten, wenn der CO_2 -gehalt unterhalb der physiologischen Grenze blieb. Auf Grund dieser Experimente wurde also festgestellt, dass im Sinus caroticus spezifische Rezeptoren enthalten sind, die unter der Einwirkung von Veränderungen im CO_2 -gehalt des Blutes das Atmungszentrum des verlängerten Marks reflektorisch beeinflussen. Experimentell wurde weiters bewiesen, dass die chemische Sensibilität des Sinus caroticus tatsächlich in das Niveau des Gl. caroticum fällt, wie de *Castro* dies bereits auf Grund morphologischer Untersuchungen behauptete, während die druckempfindlichen Rezeptoren der Sinusreflexe in den Gefäßwänden selbst liegen. Es gelang nämlich der Nachweis, dass nach Ausschaltung des Gl. caroticum durch Embolizierung die chemische Sensibilität der Sinusgegend aufhört, während die Druckempfindlichkeit auch weiterhin erhalten bleibt. Von den so gesonderten Rezeptoren wurden diejenigen, die infolge Druckes auf die Blutgefäße reflektorisch arterielle Hypotonie und Bradycardie verursachen, Pressrezeptoren und die Rezeptoren des Gl. caroticum, die auf die Zusammensetzung des Blutes reagieren, Chemorezeptoren genannt. Diese Versuchsreihen ergaben, dass im Sinus caroticus ein ausserordentlich ausgedehntes Rezeptorenfeld vorhanden ist, das auf die Funktion der Kreislaufs- und Atmungs-

systeme reflektorisch entscheidenden Einfluss ausübt. In dem einen Teil des Rezeptorenfeldes, namentlich im Gl. caroticum, befinden sich die oben eingehend besprochenen Chemorezeptoren und in der Wand des Sinus caroticus sind die Pressorezeptoren enthalten, die im Grunde nichts anderes sind, als reiche Verzweigungen der baumartigen Nervenfasern des Sinusnerven. (Abb. 12) Die Pressorezeptoren sind nach den Untersuchungen von de *Castro*, *Sunder Plassmann*, *Riegele* und *Abraham* zur Genüge bekannt, nur zum Vergleich sei auf Abb. 12. ein Pressorezeptor gezeigt. Der ausserordentlich reich verzweigte Endbaum ist die Abzweigung einer einzigen Faser des Sinusnerven. Die Nervenfasern treten aus dem periarteriellen Bindegewebe gewöhnlich zu viere oder fünfen in die Adventitia ein, wo sie sich dann trennen und einzeln laufend weit in die innere Schicht der Adventitia hinein und dann mehr an die Media herantreten. Sobald sie den äusseren Rand der Tunica media erreichen, bilden sie so unglaublich reiche Verzweigungen, dass die Wand kaum eine Stelle aufzuweisen hat, wo die Nervenfasern nicht dicht nebeneinander und übereinander liegen. Der Durchmesser der Fasern ist nicht immer gleich: zeitweise sind sie dicker, werden dann ganz übergangslos dünner, um sich nachher wieder zu verdicken. An den dünneren Zweigen sind häufig plattenähnliche Verbreiterungen, in denen die Neurofibrillen deutlich hervortreten. Die aus den Verzweigungen entstehenden terminalen Fasern enden in ganz eigenartigen, umfangreichen neurofibrillaren Endplättchen, die in so grosser Zahl gebildet werden, dass an der Grenze zwischen Media und Adventitia sozusagen fast ein zusammenhängendes neurofibrilläres Geflecht entsteht. Die zahlreichen neurofibrillaren Endplatten erklären die ausserordentlich grosse Sensibilität der Sinuswand sowie auch den Umstand, dass auf geringste innere oder äussere Druckschwankungen hin die *Hering'schen* Sinusreflexe in Erscheinung treten, besonders, wenn die Wand Zeichen von Arteriosklerose aufweist. Die Pressorezeptoren kennen wir bisher vorwiegend aus der Wand des Sinus caroticus. Ich beginne aber der Ansicht zu sein, dass im Verlauf der Blutgefässe auch noch andere Stellen vorkommen, die ähnliche Aufgaben besitzen.

Zweifellos ist durch die Versuche von *Heymans* und *Bouckaert* die Rolle des Gl. caroticum geklärt und es wurde

auch der Beweis erbracht, dass die sensiblen Nervendigungen der *Hering'schen* Sinusreflexe sich in der Wand des Sinus caroticus befinden. Demgegenüber bleibt aber meines Erachtens die Struktur des Gl. caroticum auch weiterhin unverständlich. Für den komplizierten Aufbau und die zweifache Innervierung gibt lediglich die Annahme, dass dieses Organ einen einfachen Chemorezeptor der Atmung darstelle, keine ausreichende Erklärung.

Zusammenfassung.

1. Die aus den verschiedenen Hirnnerven und dem Ganglion cervicale supremum kommenden Nervenbündel bilden in der Kapsel des Glomus caroticum ein dichtes Geflecht, in dessen Knotenpunkte zuweilen hier und da sympathische Nervenzellen eingeschaltet sind.

2. Die Fasern des interstitiellen Geflechtes bilden viele komplizierte Knäuel, deren ultraterminale Fasern die ähnlichen Gebilde der benachbarten Glomeruli miteinander verbinden.

3. Die Endfasern des interstitiellen Geflechtes umrahmen teils als perizelluläre Körbe die cromaffinen Zellen, teils dagegen enden sie als längliche Platten mit abgeflachten Enden frei zwischen den Zellen.

4. Die perizellulären Geflechte gehören wahrscheinlich dem sympathischen Nervensystem an, während die freien Nervendigungen die Enden der Fasern der Hirnnerven darstellen.

5. Die komplizierte Struktur und die zweifache Innervierung sprechen entschieden gegen die Annahme, dass das Glomus caroticum nur ein einfacher Chemorezeptor sei, aber diese Feststellung steht keineswegs mit der experimentell bewiesenen Atemregulierung im Widerspruch.

Irodalom. — Literatur.

1. *Abrahám Ambrus*: Adatok a Hering-féle sinusreflexek érző talpajnak ismeretéhez. A Jászóvári Premontrei Kanonokrend Gödöllői Szent Norbert gimnáziumának évkönyve. Gödöllő. 1941.

2. *Berkelbach H. van der Sprinkel. Bolk, Göppert* etc.: Handbuch

der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Band II. 1. Hälfte. Berlin—Wien, 1934. p. 806.

3. *F. de Castro*: Sur la structure et l'innervation du sinus carotidien d l'home et des mammiferes. Nouveaux faits sur la innervation et la fonction du glomus caroticum. Trav. Labor. rech. biol. Univ. Madrid. 25. 1928.

4. *Heimanns C.* et *I. J. Bouckaert*: Les chemorecepteurs du Sinus Carotidien. Ergebnisse der Physiologie biol. Chemie und exp. Pharmakologie. Jahrgang 41. 1939.

5. *Riegele L.*: Die Nerven des Glomus caroticum beim Menschen mit kurzer Übersicht über den histologischen Aufbau des Organs. Zeitschr. für Anat. und Entwicklungsgeschichte. Band 86, 1928. p. 142.

6. *Sunder Plasmann P.*: Untersuchungen über den bulbus carotidis bei Mensch und Tier im Hinblick auf die „Sinusreflexe“ nach H. E. Hering; ein Vergleich mit anderen Gefäßstrecken; die Histopathologie des bulbus carotidis; das glomus caroticum. Zeitschr. für Anat. und Entwicklungsgeschichte. Band. 93. 1930.

7. *Watzka Max*: Von Paraganglion caroticum. Anatomischer Anzeiger. Ergänzungsheft zum 78. Band 1934. p. 108.

Füllabyrinthus vizsgálatok Ostariophysii halakon.¹

(Protocolumella, vesicula saccularis, organum sinus imparis).

(I. rész.)

5 szövegek közötti rajzzal és I—XIV. táblával.

Írta: Dr. FARKAS BÉLA (Szeged.)

TARTALOMJEGYZÉK.

1. Bevezetés, vizsgálati anyag, irodalom.	51—55
2. A Pontyszerű halak sacculus.	55
a) A sacculus orrvégi szakasza (Pars rostralis sacculi s ₁) és a membrana propria.	56—60
b) A sacculus középső szakasza (Pars media sacculi s ₂).	60—61
c) A sacculus farkvégi szakasza (Pars caudalis sacculi s ₃).	61—62
3. A protocolumella.	62—65
4. A macula sacculi tagolódása és a vesicula saccularis caudalis.	65
a) A tectoria.	69—72
b) A tectoria eredete és a hámalatti kapillárisok	72—74
c) A macula.	74
1. A marginarium.	75—77
2. A saccolithos.	77—83
3. A subtectoralis tér.	82—85
4. Az érzőhámsejtek.	85—94
5. Vérsejtek a hámban.	94—96
6. Összegezés.	96—98
5. Betűk jelentése.	98—99
6. Erklärung der Mikrophotogramme auf den Tafeln I—XIV.	120—122

Untersuchungen über das Ohrlabyrinth der Ostariophysen-Fische. (Auszug.)

1. Einleitung.	102—104
2. Die Protocolumella und die Schalleitung.	104—109
3. Die Gliederung des Sacculus der Ostariophysen und die Membrana propria.	109—111
4. Die Vesicula saccularis caudalis.	111—120
5. Erklärung der Abkürzungen.	98—99
6. Erklärung der Mikrophotogramme auf den Tafeln I—XIV.	120—122

Bevezetés és irodalom.

Mint a címből is látszik, az Ostariophysii csoportba tartozó néhány halon, főként azonban a fürge csellén (*Phoxinus laevis* AGASS.) és a törpe harcsán (*Amiurus nebulosus* RAF.) végzett vizsgálatok alapján e halak füllabyrinthusá-

¹ A Rockefeller-alap és a Szegedi Természettudományi Kutatási Bizottság segítségével készült dolgozat.

nak három, eddig teljesen ismeretlen szervéről, illetőleg szervrészéről lesz szó, amelyek közül azonban a protocolumellát már egyik régebbi dolgozatomban² a Cyprinodontidák közé, tehát nem Ostariophysi csoportba tartozó guppy-n (*Lebistes reticulatus* PETERS) végzett vizsgálataim folyamán röviden ismertettem.

A további előzményeket illetőleg pedig meg kell említenem, hogy a „Deutsche Zoolog. Gesellschaft E. V.-nak 1938. júl. 4—6.-ig Giessenben tartott gyűlésén, nagyszámú, mintegy 36 mikrofotogrammanak bemutatása kapcsán az Ostariophysi csoportba tartozó halaknál is igazolni kívántam azt a Cyprinodontida halak vizsgálata alapján nyert felfogásomat, hogy az otolithosok, legalább a sacculusban és a lagenában abszolút mozdulatlan képletek: s bárminemű elmozdulásuk a szerv sejtjeinek rongálását vonná maga után.” Vizsgálataim alapján az otolithosoknak nem lehet sem olyan működést tulajdonítani, mint ahogy azt az idők folyamán kezdve BREUER-rel, utána MAXWELL, QUIX, TENAGLIA, MAGNUS és DE KLEYN tartották, akik szerint tehát az otolithos nyomással, húzással, ide-oda csúszással fejtene ki mechanikai ingert az alatta levő érzőhám „érző szőrei”-re. Nem lehet pedig azért, mert az otolithosok alkotása és hámhoz való viszonya megfelelő eljárásokkal vizsgálva olyan, hogy az semmiféle mozgást élettani állapotában nem tehet. Az otolithosok ú. n. „statolithos” elmélete tehát vizsgálataim alapján helytelen és teljesen tarthatatlan.

Nem lehet azonban oly működést sem tulajdonítani, amilyent a legújabb vizsgálók az Ostariophysi csoportba tartozó, Cyprinidák, Siluridák füllabyrinthusának sacculus részében található otolithosnak, a sagittának — vagy amint neveztem: saccolithosnak — tulajdonítanak. Ezek ugyanis DE BURLET groningeni anatomus kezdeményező vizsgálatai alapján, WERNER akkor hamburgi kutató vizsgálataival egyidejűleg, de különösen FRISCH müncheni zoológus és több tanítványának vizsgálata szerint azon a felfogáson vannak, hogy a saccolithos, mely egy nyílhoz hasonlítható képződmény, egyik végén nyéllel, másikon szárnyakkal ellátva, az endolymphában tova-

² Farkas: Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere 34. k. 367—415. l. (1938.)

³ Farkas: Verhandl. Dtsch. Zool. Ges. 40. Zool. Anz. Suppl. 11. 1938. 193—206. l.

haladó hanghullámok hatására, mint ahogy a két helyen fel-függesztett malomkerék a víz mozgásaira, a rezgéseknek megfelelő mozgásokat végez és egyik nyulványával izgatja az alatta levő érző hám „érzőszőreit”.

Valamennyi korábbi felfogás, amint említett dolgozatomban írtam, rosszul rögzített, zsugorodott anyagon tett megfigyelés eredménye és az otolithosnak általuk tulajdonított alkotása sem felel meg a valódi viszonyoknak (206. l.).

Szerintem az otolithosoknak, mint a külső pikkelyekkel homologus képződményeknek az a feladatuk, hogy védjék az alattuk levő idegvéghegyeket és amennyiben fibrillákat tartalmaznak az azokon áthaladó rezgésekkel szemben, mászállományuknál fogva csillapító hatást fejtsenek ki. Az ideg végződésük beton fedezékéhez hasonlítható védelmi berendezések ezek, melyek lehetővé teszik, hogy a vízben keletkezett és nagy erővel tovahaladó igen erős külső mechanikai hatások dacára is lehetőleg semmi más rezgés ne befolyásolhassa azt az idegfolyamatot, mely a specifikus rostok által idevezetett mechanikai ingereknek az ide kinyúló neurofibrillák számára történő átadása alkalmával végbemegy. Az otolithosban tehát, legalább a csontos halaknál a „többszörös biztosítás” elvének megvalósításában a legvégső fokozatot kell tekintenünk, olyan berendezést, mint amely elv alapján a természet igen sok helyen dolgozik.

Eme dolgozatom után is FRISCH egyik tanítványa és munkatársa Münchenben azt írja,⁴ hogy ama következtetésem, mely szerint az otolithos mozdulatlan képlet és nem végezhet olyan hatást, amilyent neki FRISCH, DE BURLETT (sic) és mások tulajdonítanak, — pusztán feltevés — és a FRISCH újabb extirpatios kísérletei experimentális úton az említett felfogást megerősítették. Azonban STETTER meglehetősen téved, mert én sohasem vontam kétségbe a FRISCH-féle operációs kísérletek élettani eredményét, így azt, hogy sértetlen sacculus mellett az úszó hólyag és lagéna egyidejű eltávolításával a hallás éles-ségének erős leszállítása, illetőleg süketség állapítható meg, de leghatározottabban tagadom, hogy a sacculusban levő otolithos az említett szerzők szerinti működést végezheti. Erre

⁴ Stetter: Ber. üb. wiss. Biol. 50. H. 1—2. 1939. ápr. 10. 39. l.

vonatkozólag tudtommal FRISCH semmiféle kísérletet nem végzett, de eredményre sem ő, sem más nem juthatna, mert a saccolithosnak általuk tulajdonított mód szerinti működése merőben ellenkezik a jó rögzítésű és kezelésű képlet morfológiai szerkezetének minden tényével. Eme megállapításaim azonban nem zárják ki a FRISCH-féle kísérletek eredményeinek más-milyen, de igazoló magyarázását sem.

A morfológiai tények különbözősége a magyarázata annak, hogy az én készítményeim vizsgálatából levonható következtetés egészen más, mint a tölem eltérő módszerekkel dolgozó buvároké. Kétségtelen, hogy említett dolgozatomban az előadáson bemutatott nagyszámú kép helyett csak 6 van felvéve, de a hozzáértő mikroszkopikusnak nem hat, hanem egyetlen kép összehasonlítása egy másik képpel, mely hasonló tárgyból készült, már elegendő kell hogy legyen arra, hogy megállapíthassa nemcsak az azonos helyről készített két kép közötti különbséget, hanem következtetnie kell belőle arra a különbségre, mely a mikrotechnikai módszerben és az egész vizsgálati eljárásban megnyilvánul, amely azt a készítményt, melyről a kép készült, különbözőnek létrehozta. Ezt természetesen STETTER hiába nézné, mert tudomásom szerint egyetlen készítményt sem csinált, miután mint egyik dolgozatukból tudom: „Die Operationen und ihre Kontrolle an den Schnittserien hat v. FRISCH ausgeführt, der für diesen Teil allein verantwortlich ist“ (Z. vergl. Physiol. 17. 1932. 692. l.)

Abból a megállapításból kifolyólag, hogy az általam alkalmazott vizsgálati eljárások következtében elért eredmények — jobbak, mint az eddigi buvárok bármelyikéé, következik, hogy a tárgynak nemcsak a szóban levő, de egyéb helyei is jobb készítményeket és képeket adnak, mint másoknak hasonló helyekről való készítményei. Így jött létre ez a dolgozat is, mely elsősorban a sacculus olyan helyéről kíván felvilágosítást adni, amely a saccolithosnak (sagitta) nyélrészére esik, amelyről pl. DE BURLET azt tartja, hogy a nyél rész, szemben a szárnyas résszel úgyszólván forgási tengelyként szerepel az elülső rész számára. Ez a tengely — szerinte — egy kocsonyás massába van beágyazva.⁵ Ugy ő, mint utána

⁵ Z. Anat. 89. 1929. 17. l.

a müncheni kutatók is tehát egyszerű kocsonyás massát vélnek abban a sacculus részben, melyben én a füllabyrinthusnak egy phylogenetikailag igen egyszerű formáját találtam meg és fogom ez alkalommal részletesen ismertetni.

Vizsgálati anyagul főként a fűrges csele (*Phoxinus laevis* AGASS.) szolgált, de szolgált a szivárványos ökle (*Rhodeus amarus* L.) élő vizsgálatokhoz a *Carassius vulgaris* L., továbbá sok készítménnyel az amerikai törpe harcsa (*Amiurus nebulosus* RAF.) és a lesőharcsa (*Silurus glanis* L.) is.

Miután azonban általánosabb jelentőségű kérdések is szóba jönnek, utalnom kell korábbi dolgozatomra⁶ és az ott tárgyalt vizsgálatokra.

Irodalom. Ha az irodalmi adatokat röviden fel akarnánk sorolni, melyek a Cypriniformes halak fül-labyrinthusának nagyírtós szerkezetével foglalkoznak, eltekintve RETZIUSnak régebbi (1872, 1881) klasszikus vizsgálataitól, majd az újabb időben DE BURLETnek már említett *Amiurus*-szal foglalkozó dolgozatától, FRISCHnek és tanítványainak főként WOHLFART-nak a *Phoxinus*-ra és mások Siluroidákra vonatkozó dolgozatai emendők. Azonban legbehatóbb feldolgozásként WERNER⁷-nek a csontos halak otolithosáról írott terjedelmes dolgozatát kell mondanunk, amely részletesen foglalkozik a Pontyszerű halak sacculusával is.

A Pontyszerű halak sacculusa.

WERNER,⁸ a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan szintén azon a felfogáson van, hogy a Ponty-félék hosszú sacculusa és saccolithosának nagymérvű elváltozása az úszó hólyaggal való működésbeli kapcsolathoz történő alkalmazkodás. A sacculus szerinte 3 szakaszból áll: 1. elülső csücsök-, 2. középső szakasz- és 3. hátsó szakaszból.

Az elülső csücsök a canalis utriculo-saccularis előtt egy tölcserformájú csonthüvelyben van, mely a recessus utriculi alatt igen messze előrenyúlik. Ebben WERNER szerint nincs membrana propria, így nincs macula és otolithos

⁶ Farkas: Acta biol. P. zool. Szeged T. V. 1939.

⁷ Z. Wiss. Zool. Bd. 130. 1928.

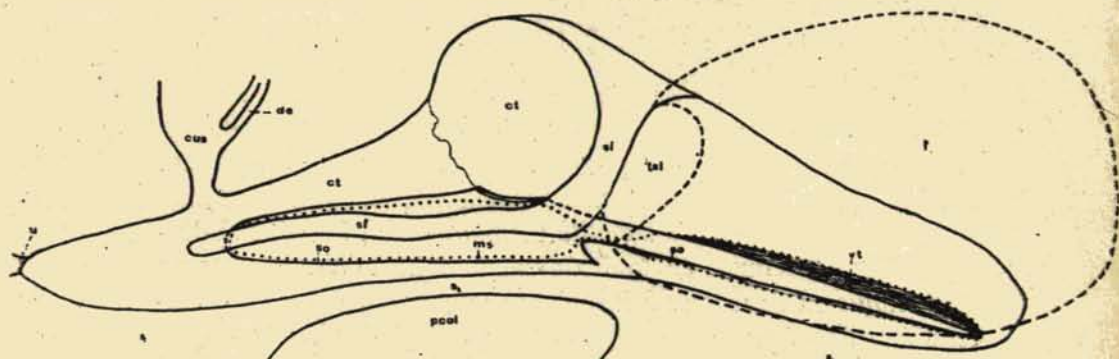
⁸ I. m. 529. és köv. lapok.

sem. A fal lapos hámból áll, melyet hálózatos rost állomány köt össze a csonttal. (i. m. 529. l.)

Ezen kívül és tőle eltérőleg vizsgálataim alapján a sacculus elülső szakaszáról a következőket mondhatom.

1. A sacculus orrvégi (elülső) szakasza (*Pars rostralis sacculi* s_1)

A sacculus elülső szakaszában éppen úgy meg van a membrana propria, mint a többi részben, csak hogy nem min-



1. ábra. A fürge csele (*Phoxinus laevis* Agass) sacculusának vázlatos képe. u = utriculus, s_1 = a sacculus orrvégi (rostralis), vagy elülső szakasza, s_2 = a sacculus középső szakasza, s_3 = a sacculus farkvégi, (caudalis) vagy hátsó szakasza, cus = canalis utriculo-saccularis, de = ductus endolymphaticus, ct = canalis transversus, sl = septum longitudinale sacculi, so = saccolithos, ms = macula sacculi, $pcol$ = protocolumella része, fsl = foramen sacculo-lagenare, vt = vesicula tectoria felülről nézve, l = lagena.
Fig. 1. Schematisches Bild des Sacculus der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass.) u = utriculus, s_1 = rostraler Abschnitt des Sacculus, s_2 = medialer Abschnitt des Sacculus, s_3 = caudaler Abschnitt des Sacculus. Übrige Bezeichnungen wie oben im ungarischen Text, bei 1. ábra.

denütt egyforma vastagságban. Ez a sajátosság azonban a labyrinthus fal nagyon sok részére jellemző.

Ha megnézzük az I. tábla 1. képet, mely már a canalis utriculo-saccularis előtti részből, tehát a rostralis szakaszából való keresztmetszetet mutat, látjuk, hogy a kerekded csont-hüvelyt medialisan vastag fal béleli, melyben jól elkülöníthető kétféle állomány van. Az üreg többi részét igen vékony fal

béleli, de még lateralisán látszik kis vastagulat, mely tulajdonképpen a septum longitudinale sacculi helyét jelzi.

A medialis fal vastagsága itt $95\ \mu$ és a homogén membrana propria rostralis irányban haladva valóban keskenyedik, de a tölcsérszerű csonthüvely hegye felé ismét vastagabb lesz. Vastagodik azonban a lateralis falrész is, ahol ebben a metszetben csak egy igen vékony, de annál tömöttebb rost-réteg látszik. Ezen az oldalon a membrana propria vastagodva kitölti a csonthüvely elejét és rostjai a csontos falon át követhetően folytatódnak az utriculus falába, amellyel a sacculus ez elülső csücske érintkezik is.

Szólni kell itt valamit a labyrinthus fal finomabb szerkezetéről, mely amint látjuk, nemcsak vastagságban, de szerkezetileg is különböző helyeket mutat és általánosságban másféle alkotású, mint ahogy azt a korábbi vizsgálatok alapján tartják.

RETZIUS szerint (1882. 50. l.) a halakban a hártvás labyrinthus fala egy egészben véve homogén itt-ott némileg csikolt, meglehetősen merev és elasticus állományból áll, ebben szétosztott sejtek vannak, melyeknek ovális magjuk körül szemcsés plasmaticus állomány található. A sejtek két, vagy több irányban nyulványokat bocsátanak. RETZIUS is megtartja a HASSE-féle „Spindelknorpel” elnevezést, bár nem találja porcállománynak és szerinte a falba ágyazott sejtek is mások, meg aztán kötőszöveteszerű részekbe megy át. Ő is látott az alapállományban finom rostokat, látott rétegzettséget és észre vette, hogy vérerek hatolnak a falba és így a sejteken kívül érhurkok is találhatók benne.

A különböző vastagságú és különböző módon festett készítményekben azt látjuk, hogy a falat nagyjából homogén alapállomány képezi, melyben különböző irányban haladó egyszerű, vagy elágazó csatornák vannak, és a csatornában megnyult, és különbözően formált magvak, némelyikben 2—3 is található. (I. tábla 2. kép.) Miután a csatornák kapcsolata tágabb vérerekkel kimutatható, mindenekelőtt tehát azt kell megállapítanunk, hogy a homogén alapállományt hajszálerek hálózata járja át és a hálózat különböző ürterű elemekből áll. Vannak az alapállományban kisebb-nagyobb lyukak is, mint keresztmetszetei és különbözően talált metszetei hajszál-

ereknek, melyekben a vérsejtek jól kivehetők, sőt a nagyobbakban szemcsés testű vérsejtek is találhatók. Található a csatornában különböző formájú, legtöbbször két végén vastagodott, de vékony magvakon kívül chromatin törmelék is, és olyan csatornát is találunk, melyben nem festődő szemcsék kisebb-nagyobb csoportját láthatjuk.

Még vékonyabb metszetekben immersziós lencserendszerrel vizsgálva, azt látjuk, hogy a durvább hálózat közötti, tehát a hajszálerek közötti homogennek vett állomány sem egészen homogen, hanem még finomabb csatornácskákból álló, mely a rögzített képen nagyszemű hálózatnak látszik, amelyek tulajdonképpen összeköttetést létesítenek a szélesebb ürterű kapillarisok között. A hámfölület felé eső részen a homogén állomány még egységesebb, tömöttebb, benne a hámfölülettel párhuzamosan haladó igen finom és keskeny hasadékok vannak, mint a csatornák maradványai.

Vannak a hálózat mentén WEIGERT-féle resorcin-fuchsiinnal sötét ibolyára színezett elasticus rostok is, és találhatók a tágabb ürterű hajszálerek fala mentén toluidinkékkel színezett fibrillák, idegfibrillák is. Sok helyen, különösen a csont felé eső részeken a homogen alapanyag feltűnő csikoltságot mutat, durva rostokat tartalmaz, melyek a csontból jönnek és gyakran odamennek vissza is, leginkább párhuzamosan haladva a csont belső felületével. A kötőszövetbe való átmenetet RETZIUSHOZ hasonlóan én is jól észleltem, sőt itt, ahol a homogen állomány fogyni kezd, igen jól látszik az átmenet alakulása is és némi fogalmat nyújt a homogen fal keletkezéséről.

A homogen fal a hólyagos kötőszöveti sejtektől legtöbbször éles határral van elválasztva, amennyiben a homogen állomány határán keskeny kapillarisok vonulnak végig. Maga a kötőszöveti rész hólyagos sejtekből áll, szabálytalan magvakkal és igen finom falu, de elég széles, a homogen rétegben leyókhöz viszonyítva kétszer-háromszor olyan széles kapillaris csatornákkal átjárva.

Jól kivehető, hogy a homogen réteg kialakulása a kötőszöveti réteg fokozatos beolvasztásával, mintegy átívódásával történik, amennyiben a homogen rész a határokon kezdetben még megtartja a kötőszöveti sejthatárokat és sejtmagvakat is, ezek jól látszanak benne.

Vizsgálataim alapján tehát a labyrinthus fal homogen alapállománya egy igen gazdagon elágazó kapillarisok rendszerét kitöltő állomány a kapillarisokban különböző állapotban levő, de folyton decomponálódó vérelemekkel. Vannak a homogen állományban különböző természetű rostok, így idegfonalak és elasticus rostok.

Van még a labyrinthus fal ventralis részén (I. t. 3. kép *elt.*) egy sajátos rosthálózat, mely igen erős fénytörése és a pikrinsav-fuchsin festésben feltűnő sárga színezése és azáltalé tűnik ki, hogy a sacculusban elejétől végső szakaszáig megtalálható. Jellemző azonban rá, hogy a WEIGERT-féle resorcin-fuchsin festésben is a többi területnél nagyobb mennyiségű sötétlilára színezett finom elasticus rostkötegeket tartalmaz. A hálózat, melynek fala egyenlőtlen görbe szálakból áll, olyanokból, mint amelyek maguk is összehúzódva formátlanodtak el, a koponyafalból jön és a homogen állományú membrana propria megy. Caudalis irányba haladva az itt még kevés mennyiségű rosthálózat mind erősebb rostkötegekké lesz és helyenként majdnem az egész csont belső felét alkotja, s köti össze a csontos falat a homogen labyrinthus fallal. Legnagyobb fejlettségét a rostrendszer ott éri el, ahol a protocolumella hyalin porcból álló fejét (II. t. 4. kép *pcol*) elasticus rostporc (*ret*) borítja és köti össze a koponyafallal. Ez a rosttömeg a fal obliterált nyílásain át behatol a koponyafalba és a falon belül helyenkint a koponyafal egész belső felét képezi, összeköttetést létesítve az itt már egészen falig terjedő membrana propria és a protocolumella között. E rostok a koponyafalon belül nemcsak a külvilággal hozzák összeköttetésbe a membrana propriát, hanem összeköttetést létesítenek az ellentétes oldali sacculusok között is, ami azonban egy helyen a homogen membrana propria által is megtörténik.

WERNERnek tehát az a megállapítása, hogy az elülső csücsökben hiányoznék a membrana propria, nem helytálló, mert meg van úgy a medialis, mint a lateralis oldalon, azonban különböző vastagságban. Nem helytálló az állítása sem, hogy a tölcserforma csonthüvely a recessus utriculi alatt messze előrenyúlik, mert amint a horizontalis metszetekből látható, az elkeskenyedett vég érintkezik az utriculus caudalis szintén elkeskenyedett végével. A fal sem csupán vékony lapos hám-

ból áll (i. m. 529. l.), mert a medialis oldalon levő takaróhám lapos hám ugyan, de felsőbb részén majdnem köbösíggé felemelkedik és úgy ül a homogen membrana proprián, azonban a legtöbb helyen egészen ellaposodva takarja a labyrinthus falát, mely helyenként vastagabb, másutt vékonyabb, helyenként pedig egészen erős rostos állományból áll.

A sacculus medialis falrésze, a középső szakasz kezdetén, vastagodik, a canalis utriculo-saccularisnál $120\ \mu$ -t is elér, a mi már majdnem a legnagyobb falvastagságnak felel meg.

Jellemző, hogy a septum longitudinale sacculi, mely a középső szakasz alkatrésze volna, benyúlik ide az elülső csücsökbe is (*sl*), ahol már, mint azt a II. t. 4. képen (*s₂₋₁*) látjuk, semmiféle macularész nincsen.

A septum longitudinale sacculi teljesen hasonló állományból áll, mint a labyrinthusfal, amelynek lateralis oldalán ered, illetőleg a lateralis falrésznek medialis oldala felé haladó nyúlványa. E septum longitudinale sacculival később még részletesebben foglalkozunk egy következő (II. rész) dolgozatban.

2. A sacculus középső szakasza (*Pars media sacculi s₂*).

A középső szakasz WERNER szerint a canalis utriculo-saccularistól hátrafele kezdődik és hátsó szélének a sinus imparba való nyílásáig tart, jellemző rá a septum longitudinale sacculi, mely egy dorsalis és egy ventralis térre osztja. A dorsalis hátrafele directe kommunikál a sinus imparral, a ventralis tér pedig a sacculus hátsó szakaszával. Elül mindkét tér az elülső szakaszba nyílik. A két tér amennyiben az otolithos nem zárja el, a macula és septum közti hasadék útján kommunikál egymással. A kétoldali sacculus a sinus impar útján van kapcsolatban, amint az már régóta ismeretes.

Részben ezzel szemben a következőket állapíthatjuk meg. A sacculus ürege a septum longitudinale által egy dorsalis és egy ventralis félre osztva, két egymástól teljesen független csatornát képvisel. A dorsalis csatorna tulajdonképpen nem más, mint a canalis transversusnak a sacculus területében levő folytatása, mely a ventralis résszel egész menete folyamán semmiféle összeköttetésben sincs, mivel a septum longitudi-

nale, továbbá egy e mellett levő hártvás képlet és a saccolithos dorsalis nyúlványa a ventralis területtől elzárja. Az elválasztás annyira tökéletes, hogy sok helyen a septum és otolithos össze is van növe. A dorsalis csatorna irányát nagy mértékben befolyásolja a septum, mely maga is változtathatja alakját. A dorsalis csatorna felfele haladva az őtt levő bonyolult ventil rendszerrel zárt csatorna-nyíláson keresztül folytatódik a canalis utriculo-saccularisba a macula neglecta Retziihez, e mellett egy másik csatornán a ductus endolymphaticuson át az agyüregbe, bele nyílik azonban az elülső szakaszba is. A ventralis csatorna a sacculus caudalis részével közlekedik, mely teljesen el van zárva az otolithos és mellék képletei által az egész canalis transversustól. Erre vonatkozólag tiszta képeket mutatnak giesseni előadásomból (Zool. Anz. 11. Suppl. 1938, 1. kép (197 l.), 3 a. kép (200 l.), 4. kép (203 l.) és 5. kép (204 l.).

A macula és septum longitudinale között semmiféle hasadék sincs, mint hogy azt készítmények ezrei igazolják, mert ahol hasadék, vagy nagyobb távolság látszik, a septum longitudinale vége és az otolithos dorsalis nyúlványa között, úgy az a mikrotechnikai eljárás eredménye és a labyrinthus fal jellemző erős összehúzókonysága következtében áll elő, ami a készítményekben mesterségesen is előidézhető, miként azt említett előadásomban kifejtettem.

3. A sacculus farkvégi (hátsó) szakasza (*Pars caudalis sacculi* s_a).

A sacculus hátsó szakasza (s_a), mint azt WERNER is megállapította, ferdén hátra lefelé húzódik és kissé befelé van irányítva és vakon végződik, szerinte a középső szakasz ventralis terének folytatása ez, de tőle jól el van választva a hosszanti septumhoz hasonló falvastagulat s septum verticale sacculi által. Mint sorozatos metszeteimből megállapítható, a septum verticale tulajdonképpen nem más, mint a septum longitudinale egy része. A septum longitudinale a sacculus elején még ventromedialis irányban nyúlik be a sacculus ürterébe a medialis oldalon levő saccolithosig. Itt a labyrinthus fal, melyből a septum ered, még egészen vékony és szorosan a

koponyacsonton van. A sacculus középső szakaszában azonban már vastagodik a lateralis fal, mégpedig azért, hogy a lagena a koponya csontja és a sacculus között helyezkedik el. A falvastagodás különösen tövében vastagítja a septum longitudinale-t is, melynek felfüggesztő helye fokozatosan a dorsalis irány felé csavarodik el. A középső sacculus szakasz végén már a septum longitudinale tulajdonképpen a lagena falból jön ki és majdnem merőlegesen halad az occipitale basale két oldalán elhelyezkedett macula sacculi felé. Szoros kapcsolatban áll itt a macula sacculit borító saccolithossal és teljesen elválasztja a lagena és hátsó sacculus szakasz közös ürterét a canalis transversus ürterétől. (23. és 24. kép.)

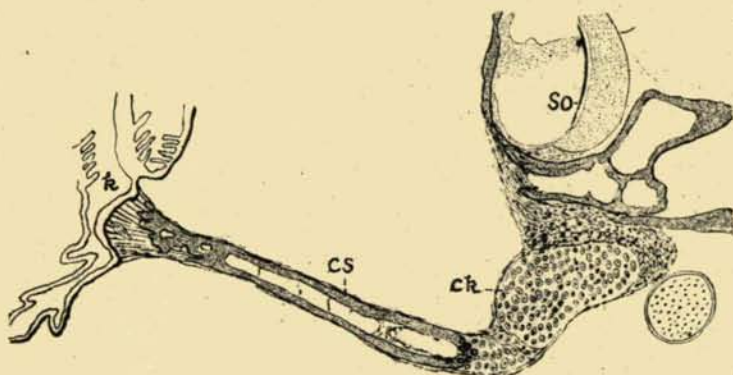
A sacculus farkvégi részének topografiai viszonyait tekintve, a különböző irányú, tehát *sagittalis*, *frontalis* (horizontális) és *transversalis* irányban vágott metszetek alapján megállapíthatjuk, hogy a sacculus mélyen hátrahúzódik az occipitale laterale caudalis széléig, majdnem odáig, ahol ez érintkezik az occipitale baselet alkotó csigolyatest oldali kiszélesedésével.

A sacculus iránya általában a medianus síktól az occipitale basaletól kezdődően divergálva V alakot mutat, összetérő része azonban kissé kifele elhajlik a medianus síktól, de kissé lefele hajlik a horizontalis síktól is. A sacculus tehát végső részén ferdén lefele és kissé kifele hajlik. A sacculus a labyrinthus tagjai közül legmélyebbre nyúlik le ventralis irányban, de caudalis irányban a lagena ér legtovább. Ez ott kezdődik, ahol az occipitale laterale és basale caudalis érintkezése van.

A protocolumella.

A sacculus rostralis részének tárgyalásánál különböző rostokról szóltam, melyek a *protocolumella*-nak nevezett csontrészt össze kötik a labyrinthus fallal és így kapcsolatot létesítenek a külvilág és a labyrinthus között. Ez a *protocolumella* az occipitale laterale és vele kapcsolatos basalenek azon a részén függ, mely a sacculust tartalmazza. Hasonló körülmények közt, de másként alakulva ezt a csontot megkaptam a *Lebistes reticulatus*-nál is és először ott írtam le, mint a negyedik kopoltyúív váz dorsalis tagját. Összehason-

lítésül a kifejlett guppy horizontális metszetéből is mutatok be egy képet (IV. t. 10. kép *pcol*), mely világosan mutatja a sacculus és e csont egymáshoz való viszonyát. A fürge cselle protocolumellájának transversalis irányban metszett képeit a II. t. 7. és 9. képek tüntetik fel, melyeken jól látható, hogy a kopoltyú csontrészek a kopoltyúür (*k*) és a sacculust tartalmazó koponyafal között helyezkedve el, összekötik a kettőt



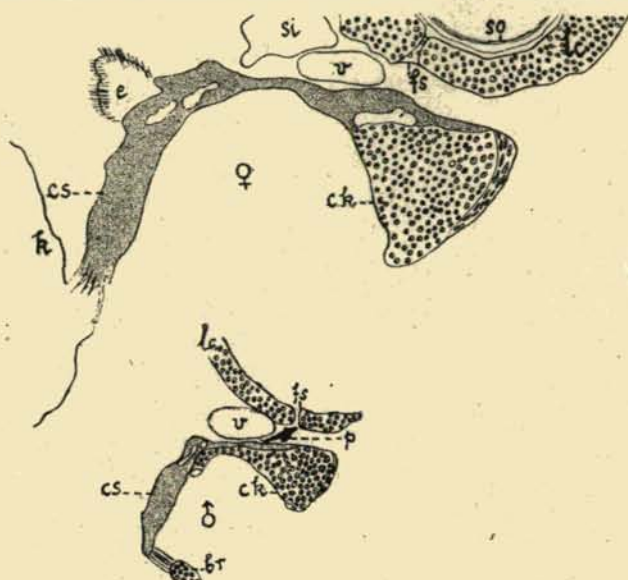
2. ábra. A fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass) protocolumellájának keresztmetszeti képe ($1 \text{ m/m} = 4 \mu$), ck = a protocolumella feje, cs = a protocolumella nyele, k = kopoltyúür, so = saccolithos.

Fig. 2. Querschnitt durch die Protocolumella der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass.) ($1 \text{ m/m} = 4 \mu$). ck = Kopí der Protocolumella, cs = Stylus Protocolumella, k = Kiemenhöhle, so = Saccolithos.

egymással, közvetlen kapcsolatot hoznak létre a külvilág és a két sacculus között. A protocolumella ezért helyzeténél és szerkezeténél fogva a *columella*, illetőleg a *stapes* phylogenetikailag legősibb formájának tartandó.

Ismeretes a középfülnek összehasonlító bonctani és phylogenetikai tekintetben nagy jelentősége, mely több, mint egy évszázada szerepel tudományunkban olyan szervként, amely példája a működésváltozásnak, amikor részek, amelyek kezdetben egész más élettani jelentőségűek voltak, a fejlődés folyamán új feladatok szolgálatába léptek. Mindazonáltal az *Amphibiumok* és *Sauropsisok* columelláját legtöbbször a hyomandibulare felső darabjára vezetik vissza, az én vizsgálataim azonban azt mutatják, hogy a csontos halakban a hyomandibulare is megvan, de az az utriculussal áll kapcsolatban, s a

sacculusé a negyedik kopoltyúív felső tagjának (epibranchiale OWEN) felel meg. Igen pontosan kimutatható kapcsolata a sacculussal, minden hypothesisnél tisztábban és világosabban illusztrálja annak a felfogásnak helyességét, hogy a kopoltyúív rezgések átvitelére is szolgál, és e legősibb formában egyformán teljesít kétféle működést. A negyedik kopoltyúív, mint általánosan ismeretes, a leggyengébben van kifejlődve a cson-



3. és 4. ábra. Egy nőstény és egy hím guppy (*Lebistes reticulatus* Pet.) protocolumellájának keresztmetszeti képe (1 mm = 4 μ), ck, cs, k, so = mint előbb, si = vérsinus, lc = koponya fala, fs = fenestra sacculi, v = vérér, p = pigmentum, br = kopoltyúív porcos váza.

Fig. 3., 4. Querschnitt durch die Protocolumella eines weiblichen und eines männlichen Exemplars von *Lebistes reticulatus* Pet. (1 mm = 4 μ). ck, cs, k, so = wie bei Figur 2. si = Blutsinus, lc = Schädelwand, fs = Fenestra sacculi, v = Blutgefäß, P = Pigment, br = knorpeliges Branchialskelet.

tos halakban s középső szakaszában a légzés szolgálatában álló kopoltyúlevelek támasztását végzi. A kopoltyúívek felső szakasza a csontos halakban igen különbözően alakul és a garat felső részének borításában vesz részt. A negyedik kopoltyúív felső szakasza azonban, mint eddigi vizsgálataim mutatják, bizonyos tekintetben egyformaságot mutat s ez annak a sacculussal való szerves kapcsolata. Jellemző továbbá erre a ko-

poltyúívrészre az is, mint azt a III. t. 7. 8. képek mutatják, hogy azon a helyen, ahol e kopoltyúívszakasz, azaz a protocolumella kiér a kopoltyúúr felületére, nagy mennyiségű rost, közöttük WEIGER-féle resorcin-fuschsinnal sötét lilára — majdnem feketére — színeződő, tehát határozottan elasticusnak mondható rost gyűl össze és megy át a protocolumellára. Ezek a rostok részint a kopoltyúívek tövében, főként azonban a negyedik kopoltyúív felületén levő, sajátágosan alakult szemölcsökből, mint véghelyekről jönnek, nem különben a kopoltyúüreg belső felületéről gyűlnek össze és mennek a csontocska felületén, helyenként azonban belsejében is a csontocska porcok fejéhez és a fejet borító elasticus porc rostjaiba. Itt hálózatot képezve a sacculust borító koponyafalhoz jutnak, melynek különböző halakban különbözően képződött nyílásain, a primitív fenestrán mennek a labyrinthus falba. Formai különbségek azonban a protocolumelláknál is vannak, mert pl. a *Lebistes*-ben dorsalisán görbült ívet képez, a *Phoxinus*-ban pedig ventralis irányban görbül el, másutt majdnem egészen egyenes irányban halad a csont, amely alakulás, legalább az eddigi vizsgálatok alapján mondhatóan a többi kopoltyúív felső részeinek, első sorban pedig a fogaknak helyzetével és alakulásával van összefüggésben. Bizonyos fogaknak közvetlen kapcsolata a labyrinthussal, mint azt a *Lebistes*-ben már láttuk, szintén bebizonyított.

Ezen a protocolumella csontocskán (II. t. 5., 6. kép *ka*) áttör egy kopoltyúarteria is, mint azt a kép jól mutatja. Miként ismeretes, a Coeciliák között az *Ichthyophys*-ban a columella belső vége szintén egy arteria által van átfúrva, amit az Emlősök kengyelarteriájához hasonlítanak. Hasonló jelenséget találunk a csontos halak protocolumelláján is.

A macula sacculi tagolódása és a vesicula saccularis caudalis.

Miután a sacculus tagolódását nagy vonalakban megismertük, foglalkoznunk kell a macula sacculi tagolódásával is, mely mint az a korábbi vizsgálatok alapján ismeretes, két részre, egy elülső s egy hátsó részre oszlik, amelyeket DE BURLET szerint (1929. 13. l.) érzősejteknek egy keskeny hídjá köt össze.

sze. Maga a hallóideg *ramus saccularis*-a, mielőtt elérné az érző véghelyet, szintén két részre oszlik. A két idegrost közös ganglionból ered, az elülső ideg sejtjei tovább proximalisan fekszenek. A beidegzésben tehát elválnak a hátsó köteg az elülsőtől.

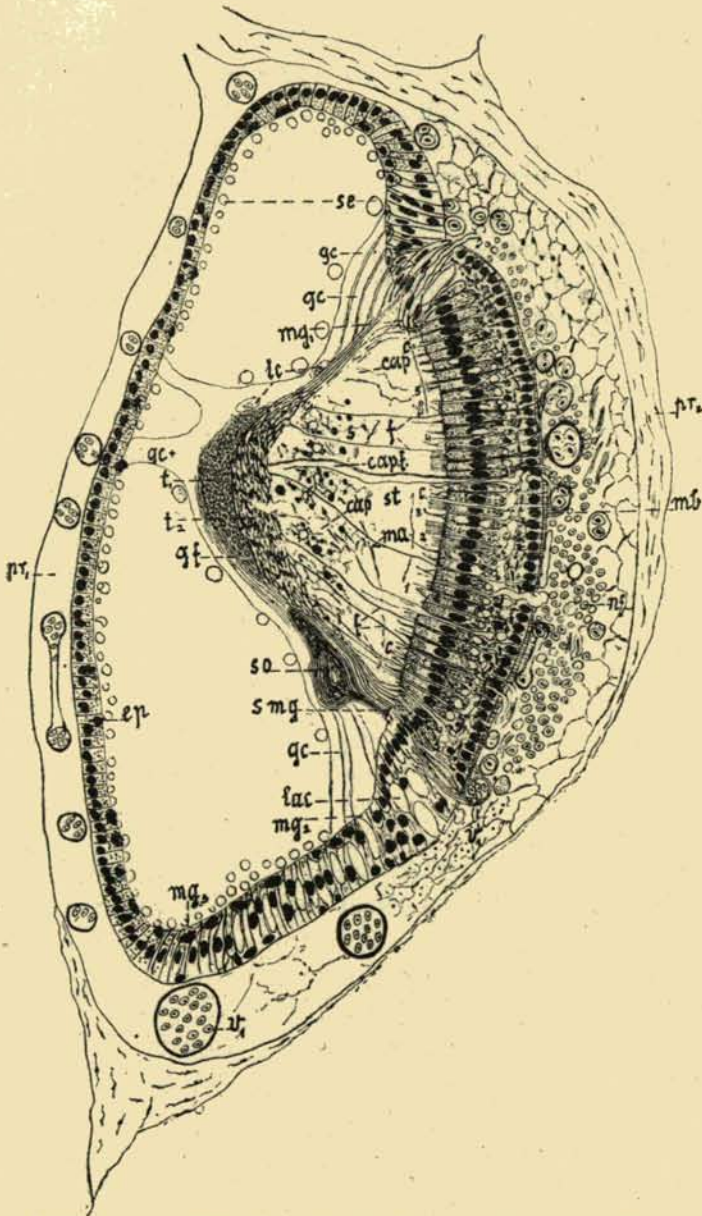
WERNER, aki szintén behatóan vizsgálta a Pontyszerű halak sacculusát, jól megkülönbözteti a két részt egymástól, azonban végső következtetésében nem jut elfogadható eredményre. Azt is tartja, hogy a MYGIND-féle felfogás értelmében (1927) a hátsó macula szakasz és ennek különösen *ventralis* széle volna a „dominante Partie” (534. l.), ezen van az otolithosnyél is, azonban más tények alapján éppen az elülső macularész volna a legfontosabb ingerfevevő hely (535. l.). A hátsó macula-szakasz legnagyobb részt fedetlen a WERNER vizsgálatai szerint, DE BURLET szerint pedig itt egy kocsonyás anyag van, melybe beágyazva forgómozgást végez az otolithosnyél (17. l.). Egyik észlelet sem helyes, az alkotásbeli viszony egészen más.

A hátsó sacculus rész tulajdonképpen egy hátsó végén zárt cső, mely elől a lagenával nyílik össze, de amelynek a középső szakasz *ventralis* részével való kapcsolata is megállapítható.

Ebben a hátsó szakaszban van azonban egy mondhatni teljesen lezárt érző véghely, amely különleges alkotásánál fogva behatóbb vizsgálatot és nagyobb figyelmet érdemel. A *caudalis* sacculus-rész sensulájáról már a giesseni előadásban megemlékeztem és képét is bemutattam, de dolgozatomban (1938. 205. l.) csak mint: 4. „eine im hinteren Sacculusabschnitt, bisher unbekannte Sinnesendstelle des Labyrinths von *Phoxinus*” néven említettem. Ezt most *vesicula saccularis caudalis* néven nevezem és következőkben ismertetem.

A sacculus e hátsó részében levő érző véghely ugyan egy részét képezi a macula sacculinak, és összefüggésben is van az elülső résszel, mindazáltal finomabb szerkezete szerint jól megkülönböztethető a macula sacculi elülső részétől, sőt annyira különbözik, hogy e különbség alapján működésbeli különbséget is fel kell vennünk.

Alkotás tekintetében jellemző rája, hogy a hámsejtek teknőszerűen bemélyednek és a széleken nemcsak oldalt, ha-



5. ábra. A fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass) vesicula saccularis caudalis-ának keresztmetszeti képe. Betűk jelentését l. hátul a 98—99. lapokon.
 Fig. 5. Querschnitt durch die rechte Vesicula saccularis caudalis der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass). Die Erklärung der Abkürzungen s. Seite 98—99. und im deutschen Text.

nem elül és hátul is magasabban állanak, továbbá, hogy az egész hámsejtcsoportra egy szélein vékonyabb, felső részén vastagabb hólyagszerű fal borul, amely a belső, a hámsejtek fölött levő területet jól elzárja a *sacculus caudalis* szakaszának csőszerűen alakult többi részétől. Ez a hólyagszerű fal, melyet a későbbiekben *tectoria*-nak fogok nevezni, legjellemzőbb, a korábbi vizsgálók előtt ismeretlen alkatrésze a *sensulának*, mely a következő részekre tagolódik: 1. a már említett *tectoriára*, továbbá 2. a *maculahámra*, a következő részekkel: *a)* érzőhám (*sensularium* WERNER) és *b)* szegélyhám (*marginarium* WERNER), 3. *otolithosra*, mely ezen a részen csak mint az *otolithos* nyele van jelen, 4. a *subtectorialis* térre, mely a *tectoria* és a *maculahám* közt van. Már ezekből is láthatjuk, hogy a *sacculus caudalis* részében levő *tectoria* alkotása alapján különbözik valamennyi eddig ismert labirinthusbeli fedőképződménytől.

DE BURLET meghatározása szerint⁹ a hártvás labirinthus érző véghelyeit a szerkezet és a fedőképződmények természetét alapján különböztetjük meg, 1. *maculák*, ha azok kemény képletekkel (*statolithokkal*) (helyesen *otolithosokkal*!) vannak fedve, 2. *cristák*, ha gyengéd *capula* van fölöttük, végül 3. *papillák*, amelyeknek fedőképződménye igen változó jellegű, de amely általában az érző véghely mellett meg van erősítve, *tectoria* képződmény.

Azonban mellőzöm az elnevezésre vonatkozó fejtegetések tárgyalását, mert általában véve úgy látom, hogy a vizsgálatok milyensége szerint a képződmények, melyek a *maculákat* borítják, igen különböző eredményre vezetnek s a szerzők felfogása szerint változnak, hogy csak a *macula neglecta* Retzii-re mutassak rá, amelyet *cristának* nevez BENJAMINS, *papillának* PROEBSTING, DE BURLET és *sensulának* mond WERNER (1928).

A mi *maculánkon* van ugyan *otolithos*, de gyengén kifejlődve, nem lehet *otolithos membrának* se mondanunk, mert rögzítve van a hámhoz, de nem lehetne *membrana tectoriának* se mondani, mert nem hártya, hanem hólyagfal és mert

⁹ Bolk—Göppert—Kallius—Lubosch: Handb. vergl. Anat. Bd. II. 2. H. 1934. 1343 l.

nemcsak egy végén van a hámhöz rögzítve, hanem mindeniken és mintegy vesicula módjára borul a hám fölé, úgyhogy leg-helyesebb lesz vesicula saccularis néven nevezni és negyedik érző véghelyként fogni fel.

a) *A tectoria.*

A vesicula saccularis legjellemzőbb része a *tectoria*, mely mint a keresztmetszeti képeken (VI—VIII. t. 11—16. k. t.) látható, egy teljesen zárt hólyagfalként borítja az alatta levő macula sacculi hámsejtjeit. A hólyag szoros kapcsolatban áll a hámmal, de szoros kapcsolatban áll a saccolithossal (so) is, amelynek mintegy részét képezi, sok helyen világosan látszik, hogy a saccolithos részben legalább a tectoria elmeszesedett rostjaiból áll (VIII. t. 17, 18. kép t.).

A keresztmetszeti képeken jól látható, hogy a sacculus végétől kezdődően, miként nő a tectoria és tágul az alatta levő tér, és jól látható, hogy a resorcin-fuchsin festésben erősen lilára színeződik, bár feketére színeződő finom rostok nem nagy számmal találhatók benne.

A keresztmetszeti képeken jól látható az is, hogy a hólyag összesett, különösen középső táján látszik ez, ahol már a valóságban félgömb alakúnak kell lennie. A hólyag fala a sensula elülső harmadában helyenkint a sacculus antimacuiaris faláig is felér és összefüggésben van vele.

A tectoria, mely külsejében azonos a szerzők „Otolithenmembran“-jával, alkotását illetőleg átyuggatott, mint ahogy RETZIUS (1872, 1881.) többször is rajzolta; azonban csöves szerkezetűvé, így a tangentialisan talált metszetekben, vagy a membrana igen erős megvastagodása következtében lesz, amire készítményeimben is találunk példát.

A tectoria legnagyobb vastagsága mint azt a különböző horizontális metszetekben hosszában talált hólyagfal (VIII. t. 17—19 k. t.) képe mutatja, körülbelül 30—35 μ , nagymennyiségű rostból áll, legvastagabb közepén, vékonyodik a rostralis és caudalis végén, de azért a rostralis részen folytatódik tovább és az elülső macula rész fölött mint a saccolithos alatt levő rostos képlet van jelen. Legvékonyabb a tectoria hólyagfala a dorsalis tapadási helyén, itt van benne legkevesebb rost.

A tectoria rostjai általában a macula hám sejtjei fölött ívben görbülve fonódnak össze. A rostok tömötten vannak ugyan egymás mellett, de láthatók benne hosszában futó kapillarisok is, melyek helyenkint elágaznak.

Amint a keresztmetszeti képekből látjuk, legtöbbször a falban lyukak is vannak szabadon, tehát átfúrt a tectoria, kívülről azonban egy homogén, vagy igen finoman csikolt réteg borítja be, amelyről számos a legkülönbözőbb korú és legkülönbözőbb irányban metszett állat vizsgálata által kiderült, hogy e burkoló réteg a sacculushám antimacularis részével helyenkint kapcsolatban levő, annak nedvüregeiből, helyesebben vékony falú, de tág kapillarisáiból eredő laza, gyengéd kocsonyás anyag, mely kívülről beburkolja úgy az otolithost, mint a tectoriát. E burokból különböző formált elemek találhatók: vérsejtek (5. ál *lc*) és derivatumaik, valamint váladékszemcsék, melyek szintén résztvesznek az otolithos és tectoria alkotásában. Vannak azután finom rostok (*gf*) is, melyeknek a kocsonyás állományban való képződése szintén nyomon kísérhető. A vesiculaszerű tectoria anyagában változatlanul, de mennyiségileg igen megfogyva folytatódik tovább a sacculus középső részén az otolithos alatt levő ú. n. otolithos membránába, amelyről miután azonos keletkezésű a mi tectoriánkkal, azt kell mondanunk, hogy szintén teljesen lezárja a macula sacculi elülső szakaszát is.

A tectoria rostjai hosszában és a meridiók irányában futnak le a hátsó macula végtől addig a részig, ahol a lagena és a sacculus közti fal átszakadva közlekedés jön létre a sacculus és lagena ürtere között. Itt a macula hám is megkeskenyedik, azonban az otolithos feltűnő vastag és bonyolult formában mutatkozik (XI. t. 21, 23. kép). A tectoria rostralis része azonban nem olyan egységesen zárt, mint a caudalis, mert itt a tömött rostokból álló fal helyett lazább hálózat is mutatkozik, ami főként a XIII. t. 26—29. km.-i képen látszik. E képek azonban a keletkezés állapotát, a kocsonyásabb állapotot tüntetik fel, és azért nem keltik a teljesen zárt képlet benyomását, ami pedig a XI. t. 22, 23. képeken világosan látható és kétségtelenül megállapítható, hogy a maculát tömött és zárt rosttömeg fedi.

Bár a sacculus érző-véghelyének alakulása az Ostario-physi halakban igen nagy mértékben különbözik a többi cson-

tos halban található sacculus érzővéghely alkotásától. mégis vizsgálataim folyamán sikerült közös képződési viszonyokat találni, mint azt a következőkben látni fogjuk.

A *Lebistes reticulatus* otolithosának képző elemei közt „otolithos-hólyagot“ és „otolithos-korongot“ különböztettem meg, illetőleg a régebben „Otolithen-membran“-nak nevezett képletet e két alkotóra bontottam, melyek közül az „otolithos-hólyag“-nak az otolithos alkotásában jut különös szerepe.

Lényegében hasonló megkülönböztetést tehetünk itt is, csak hogy az állat kifejlett volta miatt sokkal nehezebben megállapítható viszonyok közt. A *Phoxinus*-ban is megkülönböztethetjük 1. az otolithos-hólyagnak megfelelő a macula fölött elterülő képletet, mely résztvesz az otolithos és az ezzel szoros kapcsolatban levő tectoria alkotásában és 2. az otolithoskorongot, mely itt nem olyan szembetűnő és a tectoriától el nem különíthető. Főalkatrésze az otolithos hólyagnak az a nagymennyiségű gyengéd kapillaris csatorna, melyek a sacculus falból jönnek ki és együttesen bőséges kocsonyás állományt képviselnek. A kapillarisok nagy része abból a területből ered, melyet a marginarium lacunás szakaszában találunk. Jönnek azonban kapillarisok, helyenkint duzzadt „Saftkanälchen“-ek a sacculus ürtér többi részéből is, de jönnek a macula sacculi „érzősejtjei“ vagy „szőrsejtjei“ közül is.

Ebbe az így alkotott kocsonyás masszába nyomulnak bele a marginariumon keresztül jövő rostok, az érfal elemek, de amint készítményeim mutatják, önállóan is képződnek benne finom rostképletek. A rostokhoz járulnak azok a lamellák, melyek a „szőrsejtek“-nek nevezett mirigysejtek produktumaiból: váladék szemcsékből és kilépett vérsejt elemekből képződnek és lassú ráakodással egy kezdetben vékonyabb, később vastagabb átlýuggatott hólyagfalat hoznak létre.

A *Phoxinus* eme saccularis sensulájának a tectoriájában háromféle alkatrészt lehet megkülönböztetni. 1. igen finom rostokat, 2. finom hártyákat és 3. vékony falú kapillarisokat.

Ami a vesicula tectoriában levő rostokat illeti, azok Kh. P. F. festésben sárgára színeződnek, éppen úgy, mint az érfalak. Vannak azonban a tectoriában rostok, melyek a WEIGERT-féle resorcin-fuchsinnal sötét ibolyára, majdnem feketére színeződnek és a metszetben fonatokképpen veszik

körül a tectoriát alkotó rostokat. Ugyancsak fonatok formájában, tehát hullámosan csavarodott lefutásban haladnak a kapillarisok is, melyek a hámtól saccolithosig végig követhetők.

A tectoriát alkotó rostokat a macula caudalis szélének vizsgálatában találjuk meg.

WERNER, miközben rámutat arra, (1928. 556 l.) hogy az otolithos membran, mivoltát illetőleg milyen éles diskussiók voltak a két kiváló kutató, WITTMACK és KOLMER között (1926—27), kiknek vizsgálatai azonban az emlősökre vonatkoztak, igen helyesen jut arra a megállapításra, hogy a halaknál található sokoldalú és részben tisztább viszonyok alkalmassá teszik vizsgálatukat a döntésre. Mindazáltal új eredményre ő sem jut, mert az a megállapítása, hogy az otolithos hártya az érzősejtek derivatuma volna, ami tulajdonképpen azonos a STUDNICKA, WITTMACK és mások korábbi megállapításaival, nem helyes. Az érzősejteknek, melyek felfogásom szerint mirigysejtek, csak kis részük van az otolithos membrana alkotásban. de az sem úgy, ahogy a korábbi vizsgálók valamenynyien tartották.

b.) *A tectoria eredete és a hám alatti kapillarisok.*

Miután többször említettem, hogy a tectoria szoros kapcsolatban van a macula hámmal, felmerül a kérdés, miképpen történik a kapcsolat, és melyek azok a hám elemek, honnan származik az a hatalmas mennyiségű rost tömeg, mely a tectoria alkotásában résztvesz.

A horizontalis metszetek egészen jól mutatják, hogy a macula sacculi caudalis végén kissé emelkedik, (17, 18. k) teknőszerűen alakul és e fölött van a kezdetben még igen vékony tectoria, és az igen vékony otolithos nyél vége, amelynek leghegye körülbelül egy ú. n. „halló szőr“ vastagságának felel meg. A tectoria igen halványra színeződött finom rostos és kocsonyás állománnyal borul a macula hám felemelkedő szélére és amint legalább a rögzített képekből következtethetjük, kocsonyás állomány az is, mely kitölti a tectoria alatti részt.

A sacculus keresztmetszetekben itt a macula végén a macula hámsejtek mintegy meridionalis elhelyezkedésben szegélyezik a teknőt és az egyes metszeteket nyomon kísérve azt

látjuk, hogy a meridionalisan helyezkedett sejthalmazra mintegy ráfekszik egy vékony hártya, mely azonban az otolithos végénél felemelkedik és azt is borítja. A hártát alkotó rostok mint azt igen sok metszet átvizsgálása után megállapítottam, a sacculus medialis oldalán levő: „arteria saccularis”-nak nevezhető erecske falából származnak. (17. k. av.)

Az erecske ugyanis a macula sacculi végződésének körvonalával halad párhuzamosan, tehát ívben megy és az erecske-ívről leváló rostok áthatolva a sejtek között befedik a macula végén található hámsejteket. A macula caudalis vége tehát ezekkel a rostokkal, illetőleg rostokból képzett hártával be van fedve, és teljesen zárt területet alkot.

Ugyancsak hajszálerek falára vezethető vissza a tectoria állományának jelentős része a többi helyeken is. Jellemző ugyanis, hogy a sacculus e részén, a macula sacculi basalis hártája alatt igen nagymennyiségű hajszálér van, melyek keresztmetszetei sűrűn egymás mellett láthatók.

Mivel ezeknek a kapillarisoknak így nagy jelentőségük van a sacculus s általában a hallószerv alkotásának megismerésében, kissé behatóbban kell velük foglalkoznunk.

A sacculusnak caudalis végén a kezdetben keskeny labyrinthus fal, a membrana propria azáltal lesz vastagabbá, hogy különböző üreterű hajszálerek nyomulnak bele és a homogén állomány megnövekedik. A hajszálerek közt egy-egy tágabb és számos szűkebb erecske van. A tágabbaknak leginkább keresztmetszeti képe látszik, de helyenként vannak olyan erecskék, melyek a lagena s mellette a sacculus üregét kis részben legalább körül fogják s így tangentiálisan, illetőleg hosszában metszve láthatók. Átmérőjük körülbelül 24μ , a szűkebbek átmérője pedig $12-15\mu$ között váltakozik. Jellemző, hogy a hajszálerek falvastagsága ugyanazon ürtér mellett is különböző. Ez a jelenség, ha arra a test többi helyének vizsgálata után sikerült volna példát találni, az általános viszonyok analogiája szerint a mellett szólana, hogy a vastag falúak arteriák, a vékony falúak pedig vénák lennének. Ilyenre azonban a vizsgált hal-testben másutt sehol sem találtam esetet és így a különbségnek más magyarázata van. Mindenekelőtt megállapítható, hogy a kétféle falvastagság között igen sok az átmenet.

Jól látható, hogy a vérerek fala számos vékony rétegből áll, e rétegek tangenciális metszeteiből viszont az világlik ki, hogy e rétegek igen sok finom rostból vannak összetéve. A vastagabb falu erecskék fala több réteget, a vékonyabb pedig kevesebb réteget mutat. A labyrinthus macularis helyéről való kapillarisok falát alkotó rostok leválnak, lerostozódnak az érfalról és vagy közvetlenül mennek a hámsejtek közé, mint a marginariumban láthatjuk, vagy beleolvadnak a sacculus érző-hám alatt futó basalis hártyájába, illetőleg ezt áttörve belenyomulnak az érzőhám hámsejtjei közé. Amelyik érfalról ilyen lerostozódás még nem történt, az vastagabb, amelyikről pedig már leágaztak a rostok, az félannyi, sőt harmadannyi vastagságú, mint az előző. A macula hámnak kialakulása tehát, eltekintve attól, hogy a hámsejtek benne fokozatosan magosabbodnak, azáltal válik szembetűnővé, hogy a hámsejtek alatt egy erősebb basalis hártya alakul ki, melynek vastagsága körülbelül $3-3.2 \mu$. Ez a basalis hártya azonban nem homogen, hanem sűrűn csikolt, jelezve a hártyára merőleges irányban haladó és a hámsejtek közé hatoló finom rostokat.

A tectoria eredete azonban nemcsak ezekből az érfalakból levált rostokra vezethető vissza, hanem rajtuk kívül még arra a nagymennyiségű vékony falú kapillárisra is, amelyek az ú. n. marginarium-ban látható ú. n. „nedvsatornák” folytatásaként a hámból kilépnek és az előbb említett rostokhoz csatlakoznak. Ezekkel jutnak be a tectoriába WEIGERT-féle festéssel sötétlilára, majdnem feketére színeződő elasticus rostok is.

Jellemző, és az otolithosoknak rostokkal való szoros összefüggését mi sem bizonyítja jobban, mint az a másik, a sacculus középső szakaszánál részletesebben is tárgyalandó lelet, mely azt mutatja, hogy a saccolithos rostralis vége ugyanúgy kapcsolatban van hámból jövő rostokkal, mint ahogy azt itt a caudalis végén találjuk, azonban a viszonyok változása következtében a változott feladatoknak megfelelően a rostok alakulása némileg más.

c.) A macula.

Már korábbi képeinken láttuk, hogy a macula sacculi a sacculus caudalis szakaszában homorú, teknőszerűen alakult

képlet, melynek legvégén, tehát a sacculus vak végénél a maculahám még nagyobbára egyforma hosszúra nyomott és a meridiók irányában elhelyezkedett sejtekből áll. Nem messze a legvégtől azonban tagolódni kezd a hám azokra a részekre, melyeket WERNER *sensularium* és *marginarium* néven különít el, melyek közül a *sensularium* az „érző-sejteket“ a szerzők „szőrsejtjeit“ és „támasztósejtjeit“ foglalja magába, a *marginarium* pedig ezektől oldalvást található. Ez utóbbi sejtjeit korábban KOLMER és mások szegélysejteknek nevezték.

A marginarium.

A macula szélét szegélyező hámsejtek általában úgy szerepelnek az irodalomban, mint amelyek átmeneteket képeznek az indifferens hámhoz, azonban pontosabb vizsgálat alapján több részt különböztethetünk meg rajta. 1. Az egyik a belső a tulajdonképpeni szegélyhám, a *sensularium* felé legközelebb eső sejtcsoport, mely közvetlenül szegélyezi a maculát és kiindulási helyét képezi az otolithosnak, illetőleg a tectoriának; keskeny, hosszúkás sejtekből áll, melynek hám-beli helyzete általában olyan, hogy állásuk a macula-ív központja felé irányított, azaz a sejtek a vesicula közepe felé konvergálnak. Ezek közé tartoznak azok a sejtek is, melyek öszszességét korábbi dolgozatomban (1938. 198. l.) „Sockelplatte“ (Fussplatte) néven neveztem, amelyekre a saccolithos tárgyalásánál még visszatérünk. 2. Kijebb következik egy hosszúkás világos üregekkel megszakított réteg, a *lacunás hám*, mely még mindig magas hengeres hámsejtekből áll, de ezek között, különösen felületük felé kisebb sejtek is ékelődnek be (5. á. g.). A hosszúkás világos üregek tulajdonképpen lacunák, melyek mint vékony falú kapillarisok helyenként a hám fölött is folytatódnak. 3. A harmadik rész végül az *átmeneti hám*, mely ugyancsak magas hengeres hámsejteket tartalmaz, de ezek közt lacunák már nincsenek és ez a réteg fokozatosan megy át a kubikus hámsejtekbe, majd a kubikusak tovább az ürtér nagy részét borító lapos hámsejtekbe. (5. á. mg.).

Jellemző, hogy helyenként a hosszúkás sejtek között pigmentum sejtek is vannak, melyek szintén a rostok, illetőleg a kapillarisok haladási irányát követik.

A macula helyzete némileg változik mert míg a sacculus caudalis végén, mint a 11. és 12. képek mutatják, még a dorso-ventralis irányban megnyúlt occipitale basale kétoldalán ívben helyezkedik el, az elülső részben már kevésbé ívelt a hám. A hátsó rész felső vége közelebb esik a medianus síkhoz, alsó vége pedig elhajlik tőle, úgy ahogy a macula szélein levő marginarium dorsomedialis, illetőleg ventrolateralis helyzetűvé lesz, a sacculus caudalis részének elején pedig, ahol a sacculolagenaris nyílás képződik, a macula hám már egészen egyenes vonalban alakul (26. kép), de úgy, hogy dorsalis vége közelebb van a medianus síkhoz, mint a ventralis. Ilyenkor a marginarium is dorsalis és ventralis helyzetű, de a ventralis marginarium lateralis irányba elnyúlik. A sensularium két végén elhelyezkedő marginariumok közül a dorsomedialis mindig kisebb, mint a ventrolateralis. A macula hám tovább rostralis irányban haladva jelentősen kisebbedik, az otolithos azonban, melynek a caudalis részen még mindig csak a ventromedialis lába van kifejlődve, folyton szélesebbé lesz.

A sacculus és lagena összenyílása után feltűnően megerősödik a ventrolateralis marginarium lacunás hámja, amennyiben a hám meghosszabbodik és a sok lacunától áttörve, világosnak látszik.

Ez a jelenség azzal a szerkezetbeli összefüggéssel van kapcsolatban, mely a sacculus hámja és az otolithos közt fennáll. Az otolithosnak ventralis szárnya, helyesebben lába, ugyanis azon a területen fejlődik ki, (26—28. k.), ahol a lagena és sacculus ürtére közti kapcsolat a kettő közötti fal átszakadásával létre jön. Amint közeledünk e nyíláshoz, ugyanúgy kezd az otolithos ventralis szárnya (lába) is kiképződni, (26. kép) mégpedig úgy, hogy amennyire nő metszeteinkben a sacculo-lagenaris nyílás, olyan módon nő a ventralis láb is.

A ventralis láb kialakulását a saccolithos fejezetben fogjuk tárgyalni, ugyancsak ott ismertetem az otolithos képzésével vonatkozásban levő hosszú talpaztsejteket is, itt még a dorsalis marginariumról kívánok valamit szólni, amelyik mint említettem, kisebb terjedelmű a ventralisnál. Az egész hám magasságát elfoglaló lacunák képzése ebben is meg van, de jóval kisebb mértékben, úgy hogy a nagyító képekben csak egy-két ilyen üreget találunk. Vannak azon-

ban itt sejtek, melyeket takaró sejteknek nevezhetnénk, (5. á. *mg.*), melyek mintegy ívben ráhajolva borítják a lacunát és kiemelkedve a hámfelületből, többé-kevésbbé ráborulnak az érző hámfelületére is. A szegély-sejtek közt és a lacunák ürterében is finom rostok haladnak a subtectoralis térbe, néhol e rostok kis szemcsében végződnek a hámfelület magasságában.

Igen jellemző a dorsalis marginarium sejtjeinek legyezőszerű alakulása és az, hogy felületüktől gyengéd kapillarisok haladnak a tectoria falához, mely mint említettem, itt igen vékony, rostállománya fölöttébb kevés, úgyannyira, hogy helyenkint a fal majdnem e gyengéd kapillarisokból áll.

A saccolithos.

A sacculus otolithosának a saccolithosnak e helyen csak arról a részéről lesz szó, mely a sacculusnak caudalis szakaszába esik. Régóta ismeretes, hogy az Ostariophysi halak sacculusában az otolithos nyílalakúan képződött, azért adták neki a *sagitta* nevet. E nyílalakú képletnek elől négy szárny-szerűen formálódott függeléke van, melyek közül kettő dorsalis, kettő pedig ventralis irányban nyúlik ki.

A medioventralis szárny folytatása az a rész, mely az ú. n. nyelet alkotja, mely tulajdonképpen a caudalis sacculus szakaszának a területére esik és amint az összes képeken látható, igen szoros kapcsolatban van a tectoriával, úgy annyira, hogy helyenként egészen jól látszik, amint a tectoria rost átmegy az otolithosba, amelyben azonban már a rost az elmeszesedés miatt nehezen vehető ki.

Az otolithos, amint az a 11—15. képeken látható (*so*) az occipitale basale oldalán concav formában elhelyezkedett macula ventralis szélén van, kissé hosszúkas képlet, mely a macula hámla majdnem merőlegesen áll. Az otolithos ventralis szélével a hámlához, dorsalis szélével pedig a tectoriához ér, a tectoria mintegy kinyúlik belőle, bár a közös kocsonyás burok útján minden oldalról összeköttetésben áll vele. A saccolithos nyél tehát a ventralis macula résszel van összefüggésben és számos metszeten keresztül mint ékalakú képlet mutatkozik. (13. kép). Az otolithos burkolva van lágy részekkel, kapillarisokkal és rostokkal, mirigytermék szemcséivel és kocsonyás

anyaggal; a különböző metszetekben hol közelebb, hol távolabb van a hámtól, néha egy vékony nyúlvánnyal behúzódik a lazább szerkezetű szegély-hámba is.

Ha az otolithos nyél kissé eltávolodik a hámtól, ami általában a keresztmetszeti képekben a leggyakoribb eset, igen jól látható, hogy az elvékonyodott szélétől divergáló irányban egyenes lefutású rostok haladnak a macula szegély-hámjához és a rostokkal összeköttetés létesül a marginarium és saccolithos között. Az összekötő rostok a legtöbb festésben alig festődnek, de a környezettől eltérő fénytörésükkel mindenkor jól feltűnnek. A Kh. P. F. festésben halványkék színt vesznek fel, de a methylenazur és resorcin-fuchsin is színezi őket, halvány sárga színeződést mutatnak a pikrinsav-fuchsin festésben.

A rostok eredete a marginarium hámja alatt levő kapillarisokra vezethető vissza. Egészen jól látható a resorcin-fuchsinnal festett készítményben, hogy a basalis hártya megszakad, vagy legalább az összefüggése lazább lesz és rajta több feketére színezett rost megyen harántul át, melyek folytatása egyfelől a basalis hártya alatti vérér-kapillaris falához, másfelől a marginarium lacunás részén át a hámsejtekhez felkövethető.

A hámsejtek alkotása is egészen sajátos itten. Teljesen megfelel annak a törvényszerűségnek, amit már korábbi dolgozatomban megállapítottam: hogy t. i. az otolithosok érintkezését a hámmal különlegesen alakult hámsejtek kisebb csoportja jelzi (1938. 198. lap). Ottan lapos hámsejtek között találtam azt a kiemelkedő 6—8 sejtből álló sejtcsoportot, melyet először német néven „Sockelplatte“ (Fussplatte)-nak neveztem, s amely csoport mindenütt jelzi az otolithosnak hámmal történő érintkezését és pedig azért, mert a hámsejtek között és rajtuk keresztül jönnek az otolithos rostok. Ez törvényszerűség, amely akkor is igazolja az otolithos lábnak a hámmal való érintkezését, ha az otolithos természeténél fogva és a hiányos mikrotechnikai manipulációk következtében, mint ahogy az a korábbi vizsgálóknál látható, nem marad összeköttetésben a hámmal.

A „Sockelplatte“-t alakító hámsejtek azonban a sacculus caudalis részében egészen mások.

A magas hámsejtekből alakult marginariumnak megfelelően a „talapzatsejtek“ ahogy ezeket magyarul nevezhetők, keskeny hosszúkás sejtek, melyek formája azonban egy meredek hullámvonal alakjában görbült. A talapzatsejtek igen keskenyek, 6—8 van egymás mellett s apicalis végük erősebben fénytörő, világosabb, mintegy fej vagy fedőlemezkeképpen látszik, másutt sűrű harántcsíkolatot mutat az apicalis vég. A sejtcsoport szintén kiemelkedik a hámból és magasabb helyzetük jól feltűnő (5. á. *smg*). A sejteken, legalább amennyire megállapíthattam, áthatolnak a rostok, sőt felületükön néhol egy-egy sötétebb pont is látszik, mint az áthaladó rost kiindulási pontja, de helyenként maga a sejt erősen fénytörő állományú fejrésze is folytatódik az otolithosban. E sejtek folytatásába esnek tehát azok a rostok, melyek nagy része az otolithosba megy be, de mennek át a hámon, még pedig a sejtek közt olyan rostok is, melyek az otolithos belső (macula felé eső) felületén haladnak tovább a tectoriába.

Kétségtelenül megállapítható az is, hogy a sejtek között olyan rostok is futnak, melyek kreosot-haemalaunnaal színeződnek és kapcsolatuk alapján idegfibrilláknak tarthatók. E fibrillák szintén a saccolithos belső felületén futnak, de érintkezésben vannak az otolithossal is.

Az otolithos-nyél, amely még csak egyik végén van a hámmal érintkezésben, legnagyobb kiterjedését a sacculo-lagenaris nyílásnál éri el (28. kép), ahol ívalakúan görbülve már majdnem befedi a macula ventralis felét, a nyél szabad vége a legvastagabb, úgy hogy a keresztmetszeti kép bunkóformát mutat. A macula dorsalis felét az otolithostól nem fedett tectoria és az ebből eredő nagyszámú, a sacculus hám különböző helyeihez tapadó rostok, illetőleg hárttyák borítják, mint azt a 29. kép mutatja.

Említettem már, hogy a korábbi vizsgálók a saccolithos szárnyas formájából és rossz metszetekből következtetve arra a felfogásra jutottak, hogy a saccolithos hátsó szakaszban levő nyele egy kocsonyában helyezkedik el és mint forgási tengely szerepel és működik a szárnyak számára.

A kocsonya helyén már kimutattam egy igen bonyolult szerkezetű vesiculát, mellyel az otolithos össze van növe, te-

hát tengelyszerű forgómozgásról már ezért sem lehet szó. A hosszmetzeti képek szintén ezt igazolják.

Mindenekelőtt megállapítható, hogy a saccolithos nyele, bár caudalis végén nincs a hámban megerősítve, mégis igen szoros vonatkozásban van vele. Az igen erősen elvékonyodó vég, mely keresztmetszetben a „hallószőr“ hegyességéhez hasonlóan keskeny, (17, 18. k.), keresztmetzeti képben alig 0.5μ vastagságú, igen közel, mintegy 1μ távolságra van a hámtól és jól látható, hogy a tectoriának itt még nehezen kivethető hártýája ráborul a saccolithos végére.

Mindazáltal, ha az 1μ -nyi távolságot vesszük, amelyet rögzített és hosszabb mikrotechnika eljárásokkal kezelt készítményben kaptunk, a minden körülmények közt meglevő minimalis zsugorodást figyelembe véve azt kell mondanunk, hogy az otolithos caudalis vége érinti a hámot, annak felületét. Más metszetek arra is mutatnak példát, hogy a hámsejtek a saccolithos fölé nőnek, mintegy befogják azt. Hogy a valószínűségben az otolithos igen közel van a hámhhoz, abból következtethetjük, mert a macula sacculi hámsejtjei között közvetlenül a hám fölött helyenként finom, de összetöprödött kapillarisokat látunk, melyekben Kh-nal igen szép kékre színeződő kicsapódott váladék állomány mutatkozik. Az a váladék állomány, mely a csatorna tartalmát képezi, jól kivethetően a saccolithoshoz jut, arra rakódik rá és appositio által növeli annak állományát. Sok készítmény megvizsgálása után arra a felfogásra jutunk, hogy a hámsejtek között kocsonyás belsejű csatornák jönnek az otolithoshoz, melyekben a saccolithos anyagához hasonló anyag képződik, és a saccolithos gyarapítására szolgál. Azonban nem csak ezek szolgáltatják az otolithos állományát, de hogy az otolithos anyaga capillarisokból nő elő, ezt már a *Lebistes*-nél is sikerült kimutatni.

Miután a saccolithos caudalis végéből készített horizontalis metszetben egész hosszában metszve találjuk a nyélrészt (17., 18. k.), jól láthatjuk, hogy a nyél keskenyebb része néhány finom lemezből áll, melyek közt egy sorban különböző alakú hosszúkas, vagy ovalis kamarácskák vannak. A kamarácskák vagy érik egymást, vagy ha távolabb vannak egymástól, közöttük a kamarácskák falával párhuzamosan haladó finom rostozat látható. Más készítményben a lemezek nem vehetők ki, csak

a kamarák sora van a külső és belső felület között kifejlődve. Vannak azonban helyek, ahol az otolithos állománya teljesen tömöttnek mutatkozik. A tectoria végig a saccolithos alatt helyezkedik el és a kissé domborúan alakult saccolithos mintegy ráborul a tectoriára, amellyel organikus összefüggésben áll. A nyél vastagodva elnyúlik a vesicula elejéig, ahol elszélesedve igen bonyolult formát vesz fel, mint azt a 23. kép mutatja.

A sacculus caudalis része, mint már említettem, rostralis végén a sacculo-lagenaris nyílás útján összeköttetésben áll a lagenával és a kettő ürtere egy nagyobb közös üreget alkot, amelyben a lagena ürteréből szinte nagyobb rész jut, mint a sacculuséból. Ez ürteren belül a vesicula saccularis caudalis egészen önálló szerv, jól elkülönítve a körülötte levő sacculus-ürtértől. Már a caudalis sacculus szakaszban is meg kell különböztetnünk egy tectoria körüli és tectoria alatti teret, amelyek tulajdonképpen élesen el vannak zárva egymástól, legfeljebb a tectoria finom nyílásain keresztül lehet kapcsolat közöttük. A tectoria elzárása azonban a caudalis részen nem minden állatban egyforma, hol lazább (29. kép), máskor azonban egészen tömött, csak vastagsága csökken, ami a szélhelyzet alapján érthető is (23. kép).

A sacculus caudalis szakaszában a macula sacculi rostralis irányban szintén végződik, a hámsejtek alacsonyabbak lesznek, de a saccolithos erősebben fejlődik ki. Tulajdonképpen egy átmeneti terület alakul itt ki, mely az otolithos alkotásában is megnyilvánul, mint azt a 23. kép mutatja. Kifejlődik a ventralis láb és folytatódik a dorso-medialis és dorsalis láb kiképződése, melyek kezdetben közösen haladnak egymás mellett összenőve, s csak később válnak el egymástól. Miután a hátsó sacculus szakaszba csak a ventralis láb esik, ennek kialakulásával itt foglalkozunk, amely, mint említettem, a sacculo-lagenaris nyílás képződéssel halad együtt.

A ventrális láb képződése a sacculus falban indul ki, mint ahogy az a sorozatos metszetekben végig kísérhető. A sacculus falban azon a helyen, ahol az a ventralis lábbal érintkezik, mindig látható a hám alatt egy erecske keresztmetszete (30. kép). Ebből, a mindenik csontos halban mindig jelenlevő kapillarisból elágazás történik és ennek folytatásában alakul

ki a hám-felületen az otolithos láb első nyoma, mint egy kreosothaemalaunnaal színeződő folt.

A kapillaris oldalág ürtere nyilvánvalóan teljesen összehúzóul, de a rostok befolytatódnak az otolithosba. A színezett folt egyik állatnál bent van egészen a hámsejtek között, másutt kijebb áll tőle, de jól látható, hogy a hengerded vagy félhold-szerűen alakult érfal kör vagy félkör alakjának megfelelően az otolithosvég is kör vagy félkör alakú. Máskor az otolithosvég fecskefarkszerűen függ össze a hámval, ismét máskor lemezekből való összeállása és a lemezeknek rostokból történő alkotása egészen jól észlelhető. Ilyenkor az összekötő rostok mint igen nehezen festődő, de erős fénytöréssel jól feltűnő képletek mutatkoznak. A 25—28. képeken végigkísérhető és jól látható, hogy a rostralis irányban haladó metszetekkel, mint növekszik a ventralis láb és nő össze a saccolithos törzsszel. miután a fal mentén hosszabbra nyúlik el, mint a törzs felé.

Ugy az itt közölt képek (25—30. k.), mint még igen sok más készítményben látható kép világosan mutatja, hogy a ventralis láb még el sem éri a saccolithos törzsét, mégis mintegy a hámon függ, azzal van szoros kapcsolatban. Ha ez nem így volna, ha a láb „szabad” lenne, úgy dacára a még olyan jó mikrotechnikai eljárásnak is — mint amilyen a készítmények előállítása történt, minden metszetben ezeknek az otolithosból való igen kis kövecske darabkáknak el kellene tűnniök, ki kellene hullaniok, holott nálam a sorozatban egyetlen μ -nyi sem hiányzik belőle és végig követhetők a lábkeresztmetszetek a hámtól mindaddig, míg a láb összeköttetése a saccolithos törzsével létrejön.

Már ez az egyetlen tény is elegendő kellene hogy legyen a többi sok hasonló tény mellett arra, hogy beláttassa a szemlélővel az eddigi vizsgálatok hiányosságát és megállapítások helytelen voltát. Ez a szárny mindig szabadon van a WERNER, DE BURLET, FRISCH, WOHLFART és mások készítményeiben, kivéve a BOUTTEVILLE *Hypheobrycon flammeus* készítményeit. Ezt a nyúlványt nevezi FRISCH (1938. 705. l.) „freie Flügel”-nek, mely a különböző lengedezéseket végzi, amely tulajdonképpen úgy ezekben, mint a WERNER készítményeiben és dolgozataiban csak félig-meddig van megtartva és ábrázolva. Ilyen módon szolgált kimutatásul és megerősítésül a

saccolithos mozgását valló teljesen hibás elméletnek. Holott a ventralis láb kiképződésével éppen az alatta kifejlődő szegélyhámot és a szegélyhámon keresztülhatoló rostokat, meg a szegélyhám alatti mesolymphát rostrendszerével van hívatva fedni és védeni, mint arra a középső szakasz tárgyalásánál még visszatérünk.

Korábbi megállapításaim szerint az otolithosok védelmi berendezkedést képviselnek az alattuk menő élettani folyamatok biztosítására. E védelmi berendezés főként a mechanikai hatásokkal szemben van, és a védelmi berendezés a technika elveinek is megfelelő, amennyiben az otolithos igen sok légtüres vagy gázzal telt kamarácskát tartalmaz. Minden készítményben jól látszik, hogy minden otolithos, így pl. a legtöbb készítményben látható lagenolithos is (11, 12, 16. képek) schol sem olyan, mint ahogy azt eddig kivétel nélkül minden szerző írta és rajzolta, (l. pl. FRISCH valamennyi dolgozatában a legtöbb képét): tudniillik tömör kőállomány, hanem igen sok kamarából álló meszesállomány. Már pedig a hangokkal s általában a mechanikai rezgésekkel szemben éppen ez a kamarákra osztott szigetelő berendezés a legalkalmasabb, mint az általánosan ismeretes. A sacculus caudalis részében azonban nincs szükség hathatósabb védelmi berendezésre, mert arról a koponyának más részein már történik gondoskodás, amiért is az otolithosképződés gyenge és ebben is az üregek képződése fejletlen, illetőleg a saccolithos e része terjedelmének megfelelő.

A subtectorialis tér.

A tectoria, mely a vesicula ventralis szélén szoros kapcsolatban áll az otolithos nyéllel, nagyobb terjedelmében nincs beborítva, tehát fedetlenül van a sacculus csonthüvelyében. Éppen ez a kifejlett csonthüvely adja részben magyarázatát annak, hogy erősebb védelemre a benne levő érző véghely számára nincs szükség, annyival is inkább, mert egy külső védelem a testfölkület és sacculus között elhelyezkedett lagenolithos közbeiktatásával már a sacculus számára is biztosítva van.

A marginarium a ventralis részen, mint láttuk, szintén különbséget tüntet fel, ami nemcsak azért van, mert az oto-

lithos is innen ered, hanem azért is, mert itt új elem lép ki a hámból. Az otolithos és tectoria alatt még egy igen finom rostfonadék is látszik, amely erős fénytörésű és Kh. P. F. festésben igen sárgára, (illetőleg pikrinsav után BIONDI-EHRlich-HEIDENHAIN festésben sárgászöldre) színeződik és keresztmetszeti képe szorosra vett hajfonatszerű, az otolithosos oldalról húzódik át a másik oldalra és ott végződik elvékonyodva. Ez a fonadék felel meg annak az otolithos-membran résznek, melyet korábban a *Lebistes*ben otolithos korongnak neveztem, és az otolithos hólyag alatti képletnek írtam le.

A tectoria alatti terület a subtectorialis tér, mely tulajdonképpen azonos a subotolithicus térrel, azonban itt csak igen kis részét takarja az otolithos. Ez a tér másnemű folyadékot tartalmaz, mint amilyen a tectorián kívüli sacculus ürtérben levő folyadék. A folyadék habár nem színeződik és majdnem üvegszerűen átlátszó, mégis jól észrevehető azáltal, hogy más a fénytörése és így consistentiája, és hogy bizonyos esetekben összébbhúzódik, és akkor, mint az a 16. képen látható, magával viszi a tectoria alatti vékony fonadékot is. A subtectorialis tér az élettani folyamatoknak igen fontos színtere, benne számos formált képlet van és amelyben folytonos változás történik.

Ez a változás kémiai természetű kell hogy legyen, ami abból következik, hogy egyfelől a macula hámsejtek váladékszemcséket produkálnak, melyek különböző átalakulását a szemcsék belső szerkezetének mikrotechnikailag kimutatható megváltozása mutatja. Ugyancsak hoznak a térbe formált anyagokat az ide felnyúló kapillarisok is, melyek vérelemek vagy ezek decompositiójának eredménye. Mikrotechnikailag nem mutatható ugyan ki, de természetszerűleg kell, hogy e térbe jusson oldatokat tartalmazó folyadék is, melyek összességének eredményeképpen láthatók a téren belül képződött hártyák, melyek a teret borító tectoria állományhoz tapadva, annak gyarapítását és képzését szolgálják. Végül legtöbb metszetben van különbözően fejlett hálózat, mely részben finom egyenletes alkotású, máskor azonban váladék kicsapódási termékének tartható, de láthatók a hálózatban különböző irányban haladó laza falú kapillarisok metszetei is. A váladékszemcsék nem találhatók minden metszetben egyforma mennyiségben és

kinézésben, úgy hogy azt kell tartanunk, képződésük sem egyenletes, hanem a hám különböző helyeit véve figyelembe, rhytmusos. A subtectoralis térben eltérő és jól színeződő lemezek is vannak, melyek kialakulása nyomon kísérhető. Ezek a tectoriaképzéshez járulnak ugyan, de a subtectoralis térben képződött lemezek még nem elégségesek a tectoria alkotására, mert a tectoria állományának, valamint saccolithosnak alkotásában résztvesznek azok a finom rostok és hárták is, melyek a tectorián kívül eső, tehát a sacculus ürteret bélelő hámsejtekből és a közöttük kiszabadult vérelemekből származnak, melyek előbb a tectoriát és otolithost burkoló kocsonyás kapillarisokba kerülnek bele és ott alakulnak át.

Miután kétségtelen, hogy a subtectoralis tér teljesen zárt és mégis az elválasztó tevékenység következtében folytonos változás észlelhető benne, ami váladékszemcsék képzésében és decompozíciójában, formált elemek létrejöttében és szétesésében nyilvánul meg, szükséges, hogy e szemcséknek létrehozó helyük is legyen, ami nem lehet más, mint a macula hám, az, amelyet általában érzőhámnak tartanak. Ebben a maculahámban kétféle jól elkülöníthető elem van, ami a secretió szempontjából figyelembe jöhet, ú. m. 1. a hámsejtek az ú. n. érző- v. „szőrsejtek“, 2. a közöttük levő vérér kapillarisok, illetőleg lymphá csatornák.

Az érzőhámsejtek.

Korábbi vizsgálataimnak megfelelően a macula sacculi vesiculát képező hámjánál is megállapítható, hogy a hámot főként finom szemcsés tartalmú hengeres hámsejtek alkotják. A hámsejtek nagy egyformaságuk mellett is különböznek egymástól úgy testüket, mint sejtmagjukat illetőleg. A test homogen-től gyengén szemcsés, vagy erősebben szemcsés, vagy különbözően színezett szemcsés formákat mutat, nyilvánvalóan különböző érési állapotokat tüntetve fel. Igen lassan működő mirigysejteknek tartom ugyanis azokat a macula hámsejteket, melyeket az irodalom általában érzősejteknek tart és „szőrsejtek“ (Haarzellen“ RETZIUS) néven nevez. A mirigysejtek határozott zónás szerkezetet mutatnak, ami a különböző festésben a distalis (apicalis) résznek a proximalis-

tól (basalis) való eltérő színezésében és szerkezetében nyilvánul, sőt az apicalis részen is másként színeződik a legfelületesebb réteg, mint az alatta levő. Néhol jól kivehető, hogy a hámsejtek szabad felületét vékony fedőréteg borítja, máskor azonban jól látszik, hogy a fölött még egy másik összefüggő réteg is van, mely festődésileg is különbözik tőle.

A maculahámsejt distalis része általában szemcsézett, némely sejtben azonban látható egy-egy kis intracellularis kapillaris a szemcsézet között. Ezek a készítményeimben nem impregnált csatornák tulajdonképpen nem mások, mint az ú. n. „Netzapparat” részei, melyeket RAMÓN Y CAJAL, KOLMER és KAWANO különböző ezüstözési eljárásokkal, legjobban az uranezüst módszerrel mutattak ki. (KOLMER: Handb. d. Neurologie des Ohres I. 102. l.) Ez a készülék, mely az emlősökben főként embryonalis állapotban mutatható ki, a kifejlett sejtekben azonban már nehezebben észlelhető, éppen úgy jellemző a mirigysejtekre, mint megtalálható az idegsejtekben is. Nyilvánvalóan a mirigytermék összegyűjtésre való képletek ezek, intracellularis kapillarisok, amilyeneket igen szépen impregnálhattam RAMÓN Y CAJAL módszerével a folyami rák tegumentalis mirigyeiben. (1914.)

A macula hámsejtek magjai a keresztmetszeti készítményekben, azáltal, hogy sűrűn vannak egymás mellett, szintén szorosan egymás mellett levő keskeny ovalis képleteknek látszanak, melyekben egy homogén alapanyagban finom chromatina szemcsézet látszik, különböző sűrűségben; helyenkint van a magban egy-egy nagyobb chromaticus nucleolus is. Vannak a hámiban egészen keskeny, sötétre színezett magvak is, melyekről más irányú metszetek alapján azt mondhatjuk, hogy ez átalakulások részben a rostok hatására történnek, részben a mirigysejtek tevékenysége változásának tudandók be. Ismeretes ugyanis, hogy a mirigysejtekben a mag secretiójának fontos szerepe van s mint már 30 évvel ezelőtt kimutattam, ez mindig a magállomány festődésbeli megváltozásával jár. Igen gyakran találunk macula hámsejteket, melyekben vacuolumok képződnek a mag és szabad felület között. E vacuolumok néha egészen nagyok és a mag alakját is megváltoztatják. Sajátságos jelenség, hogy vannak hámsejtek, melyekben a mag és basalis rész közt is látható ilyen vacuolum

képződés, amikor is a mag biconcav lencse formáját veszi fel. Igen gyakori a magnak erős deformálódása vacuolumok által. Van eset, hogy a magállomány félhold alakúan veszi körül a vacuolumot, a szerint, hogy milyen mérvű a secretiólyag képződése és a szerint változtatja meg a mag formáját. A magvak szemcsézete néha egészen elhalványodik, máskor erősebben feltűnik a rendesnél, esetleg 1—2 nagyobb chromaticus szemcse is kivehető benne.

Sagittalis irányú metszetekben a magvak általában laposabbak, mint a keresztmetszeti képekben. Vannak mirigysejtek, melyek magjai összeesnek és az ismeretes pycnoticus kinézést mutatják.

Igen gyakoriak a hosszúkas formájú egyenletesen elszórt szabályos chromatin szemcséket feltüntető magvak is. Vannak olyan magvak is, melyekben egy kisebb vacuolum jól kivehető. Általában olyan magátalakulásokat is látunk, aminőre példát már (1914-ben) a folyami rák tegumentalis mirigyeiben a secretiós folyamattal kapcsolatosan ismertettem. Hasonló eseteket többen azóta mások is ismertettek. Mindezekből az következik, hogy a macula sacculi hámsejtjei, tehát az érzősejtek élénk mirigysejtre jellemző tevékenységet fejtenek ki, ami a sejt morphologiai változásain észlelhető, azonban itt a a változás fölötté lassú és nehezen szembetűnő.

Nehéz megállapítani az ú. n. „halló szőrök” igazi mivoltát. A macula hámnak még kifejtetlen szélső részein úgy a *Phoxinus*-ban, mint az *Amiurus*-ban láthatók, kis tüskeszerű képletek, melyek azonban nem hámsejteknek, hanem a hámsejteket borító cuticula rétegnek képletei, nincsenek is összefüggésben a hámsejtekkel. Ugyanígy láthatók más készítményekben alacsony hengerek a cuticula rétegen.

Vannak azután metszetek, melyekben a macula hám egész terjedelmében a sejteken alig látszik kifejezett „szőr”, de látszik a mirigysejtek fölötti cuticularis állományon, a sejt fölött, kis félgömb alakú dudorodás, majd valamivel magasabb dudorodás, azután olyan, melynél a félgömb fölött kis tüske látszik, tovább, ahol a tüske hosszabb és aztán olyan, ahol a tüskeszerű képletnek kiszélesedő félgömbszerű alapja van. Máskor viszont az látszik, hogy a hámsejtek egyik oldalánál egy kiemelkedés van, mely mintegy kisebb pálcikaszerű nyul-

vány nyúlik ki a hámsejtből. Viszont a legtöbbször jól látható, hogy a hámsejtek átmérőjének megfelelő szélességű csövecskék vannak sorban egymás mellett a hámra, s ezek összeesve világos kúpocskákat alkotnak, melyek hegye szőrbe megy. Így az ú. n. „szőrök” nem egyebek, mint a csövecskéknek vagy összeesett, vagy a szomszédosoknak egymással összecsapzódott és így rögzített falai. (l. 5. á.)

Nagyon jól látható azonban az is, hogy a hámra ugyanilyen átmérőjű kapillarisok, lymphacsövek nyúlnak ki, melyeknek különböző a magasságuk, de általában olyan magasak, mint a szőrök. Vannak aztán szélesebb és hosszabb csatornák is, ezek mint említettem gyakran a tectoriába is behatolnak.

Néha láthatók hámsejtek, melyeknek állománya is belefolytatódik abba a széles — a hámsejt szélességével egyenlő szélességű — kúpra, melyet a csövecske alkot, máskor viszont semmi sem mutatható ki a keskeny, vége felé vékonyodó szőrben, mely egyneműnek és erősen fénytörőnek látszik. A szőrök ilyenkor különböző módon görbültek és hosszúságukban is van különbség. Vannak azonban erősen fénytörő szálak, melyek lefutása hol egyenes, hol hullámos, ezek a hámra jöve, a hámsejtek közti rostok folytatásai és szintén felnyúlnak a tectoriáig, de legjobban megtartják formájukat az otolithos alatti részben, ahol mint a hárfahúrok feszülnek ki.

Általában véve igen gyakori jelenség az, hogy a szőrök magasságának megfelelően, a szőrök közt egy erősebb fénytörésű állomány van a hám felületén, egy interpilaris állomány, mely még kevésbé fogékony festékek iránt, mint a subtectoriális állomány többi része. Nagyon gyakori az is, hogy e réteg felületén egy hártya színeződik, és így jól kivehető. Az pedig egészen gyakori jelenség, hogy a secretum szemcsék sorbani rendeződésével észlelhető a hártya kialakulása, mely aztán felfelé haladva a membrana tectoria alkatrészévé lesz. A secretum szemcsék között kétféle nagyságú van, melyek szerkezet szerint is különböznek. Ilyen alkalmakkor láthattam azt is, hogy a szőr nem hegyben végződik, hanem ellenkezőleg kiszélesedik és akkor fala olyan gyengéd állományú, hogy az erőbben festődő környező anyagban csak a konturjaival látszik, mint pl. egy *Spirochaeta* a tusban.

A szőrrel bíró cuticularis hártya alatt néha jól kive-

hetően keskeny rések is képződnek, melyek alatt viszont egy másik cuticularis lemez látható. Az is észlelhető, hogy a cuticularis hárttyák leválnak és a membrana tectoria alkotói lesznek.

Kétségtelen, hogy a „szőrök“, melyek vizsgálataim alapján finom falú csövecskéknek tekintendők a cuticula képződményei, melyek nyilvánvalóan akkor, amikor a cuticula-hárttyák leváltak a membrana tectoria alkotóivá lesznek és ismét újonnan képződnek.

Az ú. n. érzősejtek a „Haarzelle“-ek tehát nem érzősejtek, hanem mirigysejtek, melyek fölött a cuticulának egy csőalakú igen finom hárttyaszerű szintén cuticularis képződménye van. Ennek a cuticularis képződménynek változó az alakja 1. fejlődési állapota szerint, 2. a rögzítés szerint, 3. a hám fölé kinyúló finom rostfonalkák helyzete és alkotása szerint. A cuticularis képződmény összeköttetésben állhat a hámsejttel, és a hámsejt is kinyúlhat egész szélességében a cuticularis szőr magasságáig, ez a nyulvány igen ritkán hengeralakúnak látszik, máskor széles kúpnak mutatkozik, melybe a hámsejt állománya is belenyomul.

A csőalakú finom cuticularis képződmény rögzítő szerek hatására összecsapzódva tömött állományú szőrré lesz, bár ilyenek élő állapotban is megfigyelhetők. A szőr különböző alakú és alkotású is, néha tömöttebbeknek, erősebben fénytörőnek látszik, máskor gyengédebbnek, görbült is lehet, de egyeseken kihúzott is, sokszor egészen visszagörbült és többször kapunk olyan metszeteket is, ahol apró kis szemcsék vannak a „szőr“ a cuticularis csövecske végén, annak jeléül, hogy secretum szemcse jön ki belőle. Ez a szemcse azonban nem tévesztendő össze azzal az optikai gömböcskével, amely sok szőr végén a kunkorodás és az optikai tengelybe esés által mutatkozik.

Mindazáltal nem mondhatjuk, hogy a szőrök nélkülöznék a neurofibrillákat. Jól kivehető a készítmények egyes helyein, hogy az idegfonalkák, a neurofibrillák egy-egy vékony fonata a hámsejtek között felhúzódik egészen a felületig, más helyeken azonban jól látszik, hogy a neurofibrillák bemennek a szőrökbe, illetőleg az eredetileg henger falába is, és ilyenkor a szőrök Kh. P. F. festésben nem sárga színűek, hanem

kissé szürkések, melyekben egy kékre színezett gyengén hülámosan futó neurofibrilla jól kivehető.

A hámsejtek szabad felületén gyakran látunk egy finom cuticularis hárttyát, amelyen némi polygonalis rajzolat vehető ki, megfelelően a hámsejtek határainak.

Ami tovább a hámsejtek basalis részét illeti, a kép itt olyan, mint amilyenek RETZIUS írja és rajzolja őket, azaz általában a sejtek kerekded végűek, vagy kis nyúlványokkal ellátottak, azonban a hámsejtek alatt levő lacunarendszer alakulása szerint helyenkint különbözően alakulnak. A hámsejtek alatt ugyanis egy lacuna-rendszer képződik, mely különböző ürterű, igen finom falú lymphá csatornák hálózata, mely azonban a rögzítés hatására a falak összeszakadozása következtében igen erősen elváltozik, nehezen analizálható, mert a falak festése sem történik minden festőszer által. A hámsejtek alatt levő igen terjedelmes lacunarendszer is változtatja a hámsejtek basalis részeinek alakulását és lehet látni lacuna keresztmetszeteket, melyek a hámsejteket egészen felnyomják és még a magját is némileg belapítják.

A hámsejtek alatti lacunarendszerből erednek a különböző kapillaris csatornák, melyek a hámsejtek közé nyulnak be. A hámsejtek ugyanis különböző ürterű kapillarisokkal, illetőleg lymphá járatokkal vannak körülvéve, melyek kétfélek és közülök a szűk kapillarisok az erős fénytörésű, néha lumen nélküli falukkal, a tágok pedig az igen vékony fal harmonikás összeesésével tűnnek fel és különböztethetők meg. E vékony falú kapillarisok átlag 1.5μ szélesek. A hámsejtek között húzódnak fel a hám fölületéig különböző rostok is, melyek vagy a sejtek között, vagy a sejteken keresztül hatolnak a felületre. Ha a rostok a sejteken mennek át, azokat teljesen elvékonyítják, úgy hogy néha csak a keskeny tömött szerkezetű mag van meg, miáltal kép olyan, mint egy két végén vékony nyúlványba kihúzott sejt, melyek közül az egyik vég a hámfelületre, sőt azon is túlmege, a másik pedig a membrana basalisba folytatódik. Így jön létre a macula hám sejtjeinek az a formája, melyet általában már SCHULTZE és RETZIUS óta külön sejtnek (Fadenzellen, Stützzellen, Isolierungzellen) tartanak. Gyakran látható azonban, hogy közvetlen összeköttetésben van a membrana basalis az alatta levő kapillarisoknak ros-

tokra szakadt falával, ami azt igazolja, hogy a membrana basalist elsősorban érfalrostok alkotják. E kapillarisok rostokra szakadt fala tehát felhúzódik egészen a macula hám felületéig, illetőleg helyenként azon is túl az otolithos alatti membranaig, amely azonban végeredményben szintén érfalrostokból is áll.

Hogy a hámsejtek közt rostok vannak, melyek különleges viselkedésűek, az bizonyítja, hogy e rostok hol egyenes, hol hullámos, hol pedig majdnem egészen sűrűn spirális formát vesznek fel, hol a hámfelületig érnek, hol pedig kinyulnak a hámából és akkor vagy egyenesen futva felmennek az otolithosig, vagy elszakadva gyengén hullámos, szabálytalan alakot tüntetnek fel, aszerint, hogy a rögzítés és további kezelés mely fázisában szakadtak el. Ezeket a rostokat igen rugalmas és könnyen összezsavarodó rostoknak kell tartanunk és nekik a rezgések továbbvezetésében bizonyos szerepet kell tulajdonítanunk. A rostok a basalis hártyákból jönnek, és az otolithosig tartanak. Húzódnak fel az otolithos hártyához jól kifejezett lumenű kapillarisok is (l. 5. á.).

A halakban is lehet látni a macula hámjának olyan alakulását, mely hasonló volna ahhoz, mint amelyet az emlősökben „Stützzelle“-nek neveznek és rajzolnak, mely tehát keskeny sejtet és a basalis hártyától a hám felületig érve ott szétágazó rostokat mutat. Ez állapotnak különböző volta a rostok milyenségbeli különbözőségével van összefüggésben. A fürge cselle, *Phoxinus phoxinus* sacculusa hátsó részének maculájában, a horizontalis irányú metszetekben, amikor a macula-hám hosszában van találva, mindig jól látszik, hogy az egymás mellett levő mirigysejtek közt a rések, mint erősebb fénytörésű rostok mutatkoznak, melyek benyomják a mirigysejt apicalis végét, ők pedig mintegy szétágazva érnek a felületre. Olyan kép ez, mint amilyen pl. HELD-nek az egérmacula hámjából készített képe, ahol e rostok mint „Stützzelle“-k szerepelnek, avagy a RETZIUS-nak a *Raja clavata* macula sacculájából való rajza, ahol a kapillarisokat és rostfonatokat a magvakkal együtt „Fadenzelle“-nek nevezi (1882. Taf. XXIII. F. 3.). Itt azonban a rostok túlérnek a felületen.

Az ugyane helyről való keresztmetszetekben a hámsejtek már szorosabban egymás mellett vannak, köztük azonban

egy keskeny rés egész hosszukban kivehető; jól sikerült B. E. H. festésben azonban az is látható, hogy e keskeny csíkokban igen finom, némileg hullámosan futó rost van, mely lefele — követhető egészen a hámsejtek alatti — lacuna hálózattig, sőt tovább is és néha egy-egy maggal vannak összeköttetésben. Más készítményekben pedig jól látható, hogy e rések tulajdonképpen keskeny kapillarisok, melyek mintegy körülfogják a mirigysejteket s felnyúlnak azok apicalis részéig is.

Szerintem tehát az a képlet, amelyet HELD a „Fadenzelle“-k intracellularis támasztó rostjának tart, megfelel annak a rostnak, mely a basalis hárttyából ered és a basalis sejten, tovább feljebb vagy egy mirigysejten, vagy inkább a sejtek közötti lacuna részen hatolva keresztül a hám felületre jut, hogy ott a felületen alakult hálózattal egyesüljön, de más esetben a felület fölé kinyúljon. A hámsejtek fölötti hálózat az emlőskben a „Schlussleiste“-nek felel meg, amely a *Lebistes*ben szintén jól megtalálható, s amelynek a labyrinthus falából ki-menő kapillarisból való eredetét ugyanott megállapíthattam.

A hámsejtek alatti lacunarendszerben találjuk az idegrostokat is, mégpedig úgy a velőhüvelyes, mint a velőhüvely nélkülieket, amelyek ezüstözési eljárásban szövetéket alkotnak és a plexiformis réteget képezik. Ezüstözött készítményekben egységesek a fonalak, különböző anilin festékekkel kezelve, azonban jól látható az is, hogy az ezüstözéssel egységesnek látszó rostok keresztmetszetei még több, kevesebb finom fibrillákból vannak összetéve. E keresztmetszetekben a fibrillák km-i kiterjedése körülbelül a vérsejtekben levő egy-egy szemcsének felel meg, és összehasonlíva az izmok primitív myofibrilláival, ha vastagságra egyformák is, de lefutásuk nem olyan feltűnően egyenes vonalszerűen kihúzott, mint ahogy az izmokban látjuk. E neurofibrilla kötegek bemennek helyenkint a hám közé, amint az ezüstözésben jól látható, de már B. E. H. festésben nem látható ilyen jól, azonban a haematein I. A-val való festés alapján mégis azt kell mondanunk, hogy a hámsejtek közé benyomuló szálak hálózatot is alkotnak az egész hámsejt körül és kimennek a felületre, ahol a felületi kapillaris-hálózattal együtthaladva alkotnak hálózatot. Azt azonban megállapítanom nem sikerült, hogy a „szőr“-be haladó fibrilla egyenesen a hámsejtek közül jön-e vagy ebből a hálózattól nyílik ki.

Itt már olyan vékonyak a fibrillák, hogy elkülönítésük nehéz. Ezeket már az ezüst nem impregnálja, olyan finomak, én haemeteinnal festve láttam őket. Az idegrostok tehát a hámsejtek közt primitív rostokra (Primitivfasern SCHULTZE) esnek szét és úgy ágazzák be a hám alatti teret.

Azonban jól láthatók velőhüvelyes idegrostok is, melyek felhúzódnak a hámsejtek közé, és a hám fölött vesztik el velőhüvelyüket, de vannak olyanok is, melyek ferdén haladnak a hámon keresztül s végetérnek a felületnél, vannak aztán toluidinkékkel festett fibrillák, melyek a kapillaris mellett vele együtt felhatolnak egészen a tectoriáig.

A *Phoxinus*-ban azonban nem található annyi velőhüvelyes idegrost, mint amennyit pl. RETZIUS a *Perca fluviatilis* macula sacculijában rajzol, (1882. Taf. VI. fig. 20), bár az általa keresztmetszetben talált képekhez hasonlók készítményeimben is hasonló mennyiségben találhatók, azonban ezek legnagyobb részt lacunákban vannak.

Igy tehát a mirigysejtek egy valóságos hálózatban vannak, amely hálózat végeredményben a vérrendszer elemeire vezethető vissza, Lympha réseket (Saftlückensystem) a szőrsejtek körül észlelt már KAISER is. A körülvevő hálózat elemek lumennel ellátottak és lumen nélküliek is. Mint ismeretes LENHOSSÉK, RETZIUS és mások írtak le idegvégződéseket, melyek impregnatiós eljárással mint a szőrsejtet körülvevő kosár képében van meg, s melynek ágai a sejtek oldalán a felületig mennek. Sőt KOLMER és BRÜHL a BIELSCHOWSKY és R. Y CAJAL-féle eljárásokkal intracellularis idegvégződéseket észlelt a mag alatt és a mag körül. Ezek közül a külső kosárszerű képződmény azonban nem azonos az általam látott alakulással, mert itt a szőrsejtek körül egy hálózat van.

Ez a hálózat azonban a halak szőrsejtjei körül nem olyan sűrű szemű, mint amilyet pl. BIELSCHOWSKY és BRÜHL a crista acustica szőrsejtjén (1907. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXXI. Taf. V. fig. 7.) rajzolnak, de nem is olyan kevés, mint amilyent a macula acustica szőrsejtjén tüntetnek fel (Taf. V. Fig. 6.). Készítményeimben a szőrsejtek körül és közt soha sincsen olyan hatalmas zsugorodás következtében beálló hézag, mint amilyenek az említett szerzők képein láthatók és azért lehet nehezebben kivenni a hálózatot, mely az érzősejt körül képződik ki.

A macula alsó részén sorban vannak sejtmagvak, melyek a MAX SCHULTZE-féle „Basalzelle“-k magjai, melyek azonban RETZIUS szerint különböző magasságban helyezkedve el, volnának a „Fadenzelle“-k magjai. Itt határozottan a SCHULTZE-féle felfogás helyességét kell vitatnunk, mert ezek a sejtek éppen olyan szabályos réteget képeznek, mint a mirigysejtek, és csak a különböző irányú metszés mutatja őket szabálytalanul elszóródva, fel egészen a macula középső részéig.

Vérsejtek a hámban. A hámban a mirigysejtek magjain kívül látunk tömött, kisebb sejtmagvakat, melyek teljes mértékben hasonlóak a hajszálerekben levő vérsejtek magjaihoz. Minthogy a hajszálerekből a mikropapillarisok kieredése jól észlelhető, mint a hajszálér falára merőleges nyúlványok, s mivel vannak készítmények, melyekben jól látható, hogy a vérsejtek éppen ebbe a csatornába benyúlva — $\frac{1}{3}$ -ában keskeny, $\frac{2}{3}$ -ában rendes szélességű formát mutatnak, kétségtelen, hogy vérelemek a kapillarisokon keresztül a hámsejtek közé is behatolhatnak. Találhatók itt olyanok, melyeknél a mag körül ovális plasmatest van és olyanok, melyek magjai körül kevés a plasma állomány. A széles plasmatestűek is némileg mások, mint a nagy erekben, így a szívből látható vérsejtek, amelyek ugyan hasonlóképpen tömött magúak, de nagyobb, rendszeren ovális alakú és hol homogén, hol szemcsés tartalmú sejtestűk van. Látható helyenként a hámsejtek distalis részén, kettő közé szorulva szintén egy-egy magvas képlet, amelyről nehéz megállapítani, vérsejtnek, vagy erősen degenerált hámsejtnek legyen-e tekintendő. Ha ezeket összehasonlítjuk a szívből található vérsejtekkel, ahol vérelemek igen tömötten és nagy mennyiségben vannak egymás mellett, nagy tömötségi esetén határaik nem vehetők ki, ámde vannak helyek, ahol ritkásan állanak, itt lemérhetők és formájuk is megállapítható, mely nem mindig ovális, de sokszor kerek és néha gyengén amoeboida alakú. Az ovális vérsejtek nagysága: $12\ \mu$ hosszú és $7-8\ \mu$ széles, magjuk pedig $4-5\ \mu$ hosszú és $2-2.5\ \mu$ széles.

A basalis hártya alatti kapillarisokban a vérsejtek kisebbek, mint a szívből levők és ez nem tulajdonítható annak, hogy esetleg rosszabbul volnának rögzítve. Ezek teste $7-8\ \mu$ hosszú, $5-5.5\ \mu$ széles, a magjuk pedig $2.5-3\ \mu$ hosszú és $1.5-2\ \mu$

széles, vannak magvak, melyek majdnem kerekdedek és átmérőjük kb. $2.5-3\mu$ nagyságú.

Meggyőződése az, amit különben már szintén a folyami rák tegumentalis mirigyeinek tanulmányozása közben tapasztaltam, hogy ezek a hámba került vérsejtek a hám sejtjeinek táplálására szolgálnak. Először a vérsejtek plasma tartalma változik, a test adja le a benne levő állományokat, melyek szemcsék képében mutatkoznak, ezután maga a plasma állomány fogy. Ennek elfogyása után a magállomány is megfogyatkozik és compactabbá lesz, majd lassanként feloldódik, hogy helyenként chromatina rögöcskék képében mutakozzék.

Ez a folyamat, mely a folyami rák vérsejtjeinél határozottabban formálódik, megerősíti azt a felfogásomat, hogy a vérsejtekben is compositio és decompositio történik, hogy lényegében egysejtű mirigysejteknek tekintendők, melyek egészükben vesznek részt más elemek táplálásában és képzésében. A vérsejtek ki is léphetnek a hámból, mint arról már a tectoria képzésnél is szó volt.

Jellemző a sacculus bélelő hámjára, hogy felületét elsősorban gyengén halványkékre színezett különböző nagyságú váladék hólyagocskák borítják, melyek tartalma legtöbbször homogén, de a hólyag falán egy-két erősen chromatin színeződésű szemcse van. A hólyag tartalma általában halványabb, a teljesen kifejlett, tehát érett szemcsében vannak azonban Kh-val halvány ibolyára, B. E. H.-nal halvány piros-sárgás pirosra színeződő szemcsék is, melyek falán azonban az erősen fénytörő chromatin színeződésű szemcse, vagy szemcsék mindig jó kivehetők. A hólyagocskák megrepedése után e szemcsék összefolynak és fonalakat alkotnak, sőt valószínűleg lemezeket is, melyek a hámot fedik, mint vékony finom hártyák. A kifejlett szemcsék mérete átlag a mirigysejtek magja nagyságának felel meg, melyek ha oválisak $5-7\mu$ hosszúak és 4μ szélesek szoktak lenni, de vannak kerekdedebbek is.

Igen gyakran látható, hogy a szemcsék ellapulva területnek szét a hám felületén, melyen egy vékony cuticularis réteg jól kivehető, s a szemcsék felső részén szintén egy vékony hártyarész képződik ki. Nem más ez, mint egy olyan keletkezésben levő képlet, mely eltávozva a felületről a hám felett levő tectoriához vándorol és annak vastagságát növeli. Az is gya-

kori eset, hogy a hámból kilépő vérsejtek a tectoria és otolithost körülvevő kocsonyás anyagba jutnak és ott szétbomlanak, természetesen felhasználódnak az említett képletek képzésében.

Ami végül a caudalis sacculus rész beidegzését illeti, amint azt a sorozatos metszetek vizsgálata alapján meg lehet állapítani, az idegköteg, mely a vesiculához megy, követi a canalis transversus irányát és a sinus impar csonthüvelye előtt kissé a medialis közép vonal felé haladva gyengén ívben behajlik és a sinus impar két oldalán egyenes irányba menve, ér a sacculus falba. Bár a horizontalis metszetekben úgy látszik, hogy érintkezik a sacculus caudalis szakaszához menő idegköteg a lagenához haladó rostköteggel, a keresztmetszeti képekben jól megkülönböztethető a kettő egymástól már azáltal is, hogy a lagona kötege rostralis irányban tovább előre is követhető. Meglehet állapítani, hogy a sacculus caudalis szakaszán külön dúca van, mely az acusticus eredési helye mögött és az eredési helytől futó rostok mentén helyezkedik el. Ez a dúc ott van, ahol a sacculithos szintén elhajolva, lábait fejleszti ki. Sagittalis metszetekben jól látható, hogy ez a dúc a lábakhoz igen közel van úgy, hogy azok majdnem magukba fogják.

Összegezve a sacculus hátsó részéről vizsgálataink folyamán nyert ismereteket, megállapíthatjuk, hogy a korábban üresnek tartott, vagy éppen macula hámmal és sacculithosnyéllel ellátott labyrinthus szakaszban egy egészen önállóan alakult érzővéghely van, melyet alkotása alapján vesicula saccularis caudalis néven nevezhetünk, legjellemzőbb alkotó része a maculát hólyagszerűen borító fedőképződmény — a tectoria alapján. Ez a tectoria finom rostokból alakult képlet, mely a macula marginariumának területén áll összefüggésben a hámmal, és nagyobbára olyan rostokból képződik, melyek a macula hám alatt levő vastag falú hajszálerek falából válnak le. Résztvesznek a fal képzésében a szintén marginariumból kijövő laza kocsonyás állományú kapillarisok is, melyekhez a sacculusnak marginariumon kívüli hámból eredő kocsonyás állományú kapillarisok is csatlakoznak és az egész képletet kocsonyásállományú anyaggal vonják be.

A kocsonyás állomány, mely lényegében laza falú kapil-

larisokból áll, megfelel annak a képletnek, mely a *Lebistes reticulatus*-ban a labyrinthus fejlődése folyamán az otolithos képződésnél mint jól kifejezett otolithoshólyag van jelen, azonban a *Phoxinus*-ban ez a forma nem vehető ki, mivel nehezen tartható meg és mert a kifejezett állatban már visszafejlődést mutat.

A kocsonyás állományban vannak különböző vérelemek és váladékszemcsék is, benne új rostok alakulása is észlelhető, s úgy a rostok és vérelemek, mint a váladék szemcsék a vesicula és a vele szoros kapcsolatban álló otolithosnyél továbbképzésére szolgálnak. Ugyancsak a tectoria képzésében vesznek részt azok a különböző elemekből alakult lemezek, melyek a tectoria alatti térben, a subtectorialis térben képződnek azokból a secretum termékekből, melyek a macula hámból jönnek. A tectoria alatt a hámból nagy mennyiségű igen finom rost húzódik fel a „szörsejtek“ között és a „fonalkás sejtek“-en keresztül a hámfelület fölé, de a tectoria belső felületéhez is, úgyhogy a tectoria alatti térben igen sok és igen finom rost van mintegy hárfahúrszerűen kifeszítve. Legtöbb rost azonban a rögzítés következtében elszakad, és rugalmas voltánál fogva vagy visszahúzódik, vagy a vastagabbak összekunkorodnak.

A vesicula saccularis tectoriájának egy részét, a macula ventralis szegélysejtjeiből kiindulóan, de az egész tectoria hosszában, a saccolithos (sagitta) nyele borítja, mely igen szorosan összefügg a tectoria rostállományával, úgyannyira, hogy a saccolithos állománya, részben legalább, a tectoria rostjainak elmeszesedéseként fogandó fel.

A saccolithost alkotó rostokon kívül lemezek is különböztethetők meg a nyélben, melyek képzésében a kapillarisok elmeszesedett tartalmán kívül a sacculus hámjának különböző nagyságú szemcsék képében mutatkozó váladékterméke is igen fontos szerepet játszik.

A váladéknak és a hámból kilépő vérelemeknek átalakulása szintén a kocsonyás állományban történik, amely tulajdonképpen kocsonyás falú kapillarisokból áll.

A saccolithos nyelének csenevész alakulása a sacculus hátsó részének anatómiai viszonyaival magyarázható környezet alakulásával, annak nagy elzártságával és teljes védett-

ségével, mivel körös-körül csontos zárt hüvely van és még kívülről a lagenolithossal is védelmezve van az itt található érző véghely.

Mivel a subtectoralis terület teljesen zárt, és mégis nagy mennyiségű secretum termék van benne, ennek produkáló helye csak a macula hám lehet, amely tehát *secernáló hám*. A mirigy hám elemei pedig az ú. n. *szőrsejtek* és azok a *csatornák*, melyek mint igen finom csövek a hámsejtek között a felületre jönnek ki, de a rögzítés és további mikrotechnikai kezelés folyamán annyira összeesnek, hogy legtöbbször keskeny csíkként mutatkoznak. Idegelemek is jönnek fel mint finom neurofibrillák a hám magasságába, de mennek fel a tectoria alsó felületéig is.

Miután a sacculus hátsó résznek a külső felülettel való összeköttetése alig állapítható meg, azt kell tartanunk, hogy ez a mélyen fekvő és jól elzárt érző véghely a vérerek lüktetésével kapcsolatos mozgásnak megérzésére való, amely mozgás, illetőleg rezgés az érfalakról át kell, hogy menjen az egész finom hárfahúrszerűen kifeszített rostokra, innen pedig a subtectoralis területben található feltűnően homogén kocsonyás anyag közvetítésével a neurofibrillákra és így az idegrostokra.

A „szőrsejtek“ szőre cuticularis termék, mely nincs szoros kapcsolatban a sejttel, kapcsolatban van azonban a finom rost, mely a basalis hártýából, illetőleg a hajszálerek falából jön ki a sejten keresztül vagy a sejtfal mentén a felületre.

Betűk jelentése.

av	= vérér capillaris (hajszálér)
ob	= basioccipitale
c	= a hámsejtek között kinyúló capillaris
cap	= capillaris (Saftknälchen)
capf	= capillaris idegfónallal
ch	= chiasma
co	= szemizomcsatorna (Augenmuskelkanal)
ct	= canalis transversus
cus	= canalis utriculo-sacc.
d	= fogak
elf	= elasticus rostok
ep	= sacculus hámja

- f = rostok a hám és tectoria közt
 gc = gelatinosus capillaris
 gc+ = gelatinosus capillaris ered a sacculus falából
 gf = gelatinában keletkező rostok
 k = kopolyúúr (Kiemenhöhle)
 l = lagena
 lac = lacunák
 ic = lymphocyták
 lo = lagenolithos
 m = medulla
 ma = hárttyák a subtectorialis térben
 mb = membrana basalis
 mg₁ = marginarium dorsale
 mg₂ = marginarium ventrale
 mg₃ = marginarium transitoricum
 ms = macula sacculi
 nf = idegkötegek
 ng = ganglion
 os = organum sinus imparis
 pcol = protocolumella
 ph = pharynx
 pr = membrana propria
 pr₁ = lagenával határos membr. propria
 pr₂ = occipitale basaleval határos membrana propria
 ret = reticularis porcszövet (cartilago retic.)
 s₁ = sacculus elülső szakasz
 s₂ = sacculus középső szakasz
 s₃ = sacculus hátsó szakasz
 se = szemcsék, váladék szemcsék, secretum
 sl = septum longitudinale sacculi
 smg = talapzatsejtek
 so = saccolithos
 st = subtectoriális tér
 t = tectoria
 t₁ = tectoria felső nézetben
 t₂ = tectoria km.i képe
 u = utriculus
 v₁ = vérér
 vest = a sacculus és lagena közös nyílása (vestibulum)
 mv = medioventralis otolithos szárny
 vt = ventil az utriculus és canalis utriculo-saccularis közt
 1, 2, 3, 4, 5, az „érszörők“ különböző megjelenési formái

A képek magyarázata.

A képek különböző nagyításokkal készült mikrofotogrammok, főként transversalis és horizontalis metszetekről. Rögzítés: formol-alkohol, beágyazás celloid-paraffin, metszés 2–15 μ , festés Kreosot-haemalaun, Pikrinsav, Fuchsin (Kh.P.F.), *Biondi-Ehrlich-Heidenhain* (B. E. H.) *Weigert* resorcin-fuchsin.

1–9. Fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass.)

1. kép. Keresztmetszet a sacculus első szakaszából (s_1) (Ph. km. 19. I. 2.) apochr. 8. mm. Leitz, comp. oc. Zeiss. Kh.P.F.

2. Keresztmetszet a sacculus medialis falából a canalis utriculo-saccularis táján. 1/12" homog. immers. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss. *Weigert* res.-fuchs.

3. Keresztmetszet a labyrinthus falból az 1. és 4. képen látható sacculus rész táján. 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss. Kh.P.F.

4. Keresztmetszet a sacculus elejéből a canalis utriculo-saccularis táján (bal fél), a jobb fél valamivel előbb levő részből van, mert itt a canalis utriculo-saccularis már elzáródott. Apochr. 15 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

5. 6. Két, egymáshoz közeledő horizontalis metszet a protocolumellából, a kopoltyú arteria keresztülhatolása.

Kh.P.F. apochr. 16mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

7. Keresztmetszet a canalis utriculo-saccularis tájáról.

Obj. 3. Reichert oc. Huygh. II.

Kh.P.F.

8. A protocolumella vége a kopoltyú felé.

Weigert res.-fuchs.

apochr. 4 mm. Leitz corr., comp. oc. IV. Zeiss.

9. Keresztmetszet a sacculus középső szakasza táján, nagyítás, festés, mint 7. azonban más állatból.

10–10-e guppy (*Lebistes reticulatus* Pet.)

10. Horizontalis metszet a sacculus és protocolumella érintkezése tájáról. Rögzítés, festés mint 7. á. nagyítás obj. aa. Zeiss, comp. oc. IV. Zeiss.

10a. Keresztmetszet a fejből a protocolumellánál.

Kh.P.F. apochr. 8 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

10b. A protocolumella egy része erősebb nagyítással, protocolumellához csatlakozó „resonáló hólyag”-gal (e), melynek falát a kopoltyú felületről jövő elasticus rostok alkotják és amelyek a protocolumella felületén a fenestra sacculihoz és ezen keresztül a maculához mennek, apochr. 4 mm. corr. Leitz, comp. occ. Zeiss IV. *Weigert* res. fuchs.

10c. Rostokból alakult rezgést vezető érzővéghely a kopoltyú tövében, mely a protocolumellába folytatódik, apochr. 4 mm. corr. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss. Kh.P.F.

10d. e. Rostokból alakult véghelyek, mint előbb más megjelenésében, festés, nagyítás, mint előbb.

11–30. Fürge cselle (*Phoxinus laevis* Agass.)

11. Keresztmetszet a lagenából és a sacculus hátsó szakasza tájáról, benne a vesicula saccularis caudalis hátsó vége, fölül a sinus imparban a sinus szerv. (sinus organum.) (so.)

Festés Kh.P.F. nagyítás: apochr. 16 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

12. Ugyanaz, valamivel előbb rostralis irányban, feltűnő a lagenolithos szerkezete, mely minden korábbi vizsgálónál mint egynemű fekete folt látható.

13. Ugyanaz, mint az előbbi, de méginkább rostralis irányban haladva, körülbelül a vesicula saccularis caudalis középső részéről.

Festés, nagyítás mint az előzőknél.

14—15. Vesicula saccularis caudalis keresztmetszeti képe Kh.P.F. 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss.

16. Vesicula saccularis caudalis km-i képe.

apochr. 4 mm. Leitz corr., comp. oc. IV. Zeiss. Weigert res.-fuchs.

17—19. Horizontalis metszetek a fejből, melyekben a vesicula saccularis caudalis hosszában van találva.

17. Baloldali vesicula saccularis caud. caudalis vége. 18. jobboldali vesicula saccularis caudalis caudalis vége.

19. Részlet a vesicula saccularis érzőhámja (macula) és a fölötte levő tectoria hosszanti metszetéből, mindhárom kép 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss.

Kh.P.F.

20—21. Horizontalis metszetek a fejből a vesicula saccularis caudalis hosszmetseteivel.

Apochr. 16 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

Kh.P.F.

22. A vesicula saccularis caudalis rostralis vége,

apochr. 4 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

23—24. Ugyanaz mint előbb, de más metszetekből és 1/12" homog. imm. Reichert, comp. oc. IV. Zeiss.

25—28. Keresztmetszetek a fejből, a sacculus caudalis szakaszának elülső feléből a sacculo-lagenaris nyílás képződése és a saccolithos ventralis lábának kialakulása.

Nagyítás apochr. 16 mm. Leitz, comp. oc. IV. Zeiss.

Festés Kh.P.F.

29. Keresztmetszet a saccolithos hátsó részéből a sacculus caudalis szakaszának elülső táján.

Obj. apochr. 4 mm. Leitz, corr. Comp. oc. IV. Zeiss.

30. Keresztmetszet a sacculusból a 27. kép baloldali sacculus részének megfelelő tájról, a ventralis láb kialakulásának és a ventralis marginarium alkotásának bemutatására.

1/12" homog. imm. Reichert és comp. oc. IV. Zeiss.

Herrn Prof. W. J. SCHMIDT (Gießen) zum 60-ten Geburtstage gewidmet.

Untersuchungen über das Ohrlabyrinth der Ostariophysen Fische.

**(Protocolumella, Vesicula saccularis caudalis,
Organum sinus imparis.)**

I. Teil. (Protocolumella, Vesicula saccularis caudalis.)*

Mit 5 Abbildungen im Text und Tafel I—XIV.

von B. FARKAS (Szeged).

Der Verfasser ist während seiner langjährigen Untersuchungen am Labyrinth verschiedener Knochenfische zu dem Resultat gekommen, dass die Otolithen über dem Maculaepithel vollständig fixierte Gebilde sind, die nach ihrem mikroskopisch-anatomischen Bau im Zusammenhang mit dem Maculaepithel keine Bewegungen machen können. Jede Bewegung der Otolithen müsste an den Epithelzellen und Zellelementen starke Verletzungen verursachen. Die früheren Forschungsergebnisse über den Bau und die Verbindung der Otolithen mit dem Epithel sind durch mangelhafte, schlecht gemachte Präparate und oberflächliche Untersuchungen entstanden.

Die Statolithen-Theorie der Otolithen ist also, als durch fehlerhafte mikrotechnische Manipulationen erreichtes Forschungsergebnis, unrichtig und zu verwerfen, da betreffs Funktion der Otolithen nur eine Ansicht als feststehend angesehen werden kann, nach welcher der Bau und die Funktion im Einklang stehen.

Nach meinen oben erwähnten Untersuchungen sind die Otolithen homologe Gebilde der äusseren Fischschuppen und als innere Schuppen haben sie die Aufgabe als Schutzapparat

* Auszug aus der ungarischen Arbeit derselben Zeitschrift S. 51—102.

zu funktionieren, der die äusseren mechanischen Einwirkungen am wirksamsten von dem unter ihm befindlichen Raum (subotolithischen Raum) fernhält, in welchem die Übergabe der Töneffekte und anderer mechanischer Effekte stattfindet, die durch besondere Fäserchen hiehergeleitet, und von diesen den Nervenfibrillen übergeben werden. Das Dämmungsvermögen der Otolithen kann sowohl durch ihre Gliederung auf verschiedenen grosse luftdichte Kammern, wie auch durch die Schichtung der Wände entstandenen Zwischenräume behauptet werden.

Entsprechend der Gesetzmässigkeit der erwähnten Feststellungen, die an Untersuchungen von Nicht-Ostariophysen Fischen erreicht wurde, kann auch der Otolith des Sacculus der Ostariophysen Knochenfische, die *Sagitta*, gleichfalls keine Bewegungen machen.

Diese Tatsache habe ich schon in mehreren ungarischen Vorträgen und Abhandlungen, ja sogar in einem Vortrag in der deutschen Zoologischen Gesellschaft E. V. in Gießen (Zool. Anz. Suppl. 11. 1938. S. 193—206) veröffentlicht und auch durch Mikrofotografien der Praeparate illustriert. Die dort publizierten Ergebnisse stehen also im Widerspruch mit der allgemeinen Auffassung über die Funktion der Otolithen und auch mit den Untersuchungen von DE BURLET, WERNER, v. FRISCH und seiner Schule, mit den münchener Zoologen, nach welchen die Funktion der *Sagitta*, bei den auf Töne entstandenen Endolymphbewegungen, gleichfalls in einer Bewegung besteht, durch welche die Schuppen des Otolithen, wie Schuppen eines Mühlrades, die Haare der Macula erregen. Diese Auffassung äussert sich auch in einem Referat über meinen erwähnten Vortrag, (Ber. üb. wiss. Biol. Bd. 50. S. 39) in welchem STETTER, ein Schüler und Mitarbeiter v. FRISCH meine Feststellungen über die absolute Unbeweglichkeit der Otolithen „eine blosse Annahme“ nennt und trotz diesen die Beweglichkeit der *Sagitta* für möglich hält.

Im Bezug auf dieses Referat habe ich schon in dem Nachtrag eines Aufsatzes (Acta Biol. Pars Zool. T. V. Fasc. 1—4 S. 99—153. Nachtrag S. 145—147. Szeged, 1939.) einige Bemerkungen gemacht. Ob die dort mitgeteilten Auseinandersetzungen den Herrn Referenten von der Wahrheit der Tatsachen überzeugt haben, ist wegen seiner Ungewandtheit in histologischen

Untersuchungen, zweifelhaft. Ihm übrigens zu überzeugen kann nicht meine Absicht sein, da, wie es in ihrer gemeinsamen Arbeit zu lesen ist (Z. vergl. Physiol. 17. 1932. S. 692), die Kontrolle der Schnittserien von v. FRISCH ausgeführt wurde.

Nach meiner Meinung muss bei einem geübten Mikroskopiker schon beim Anblick zweier Mikrofotografien, die identische Details aus demselben Teil desselben Fisches gemachte Praeparate wiedergeben, klar erscheinen, welches Praeparat durch besseres Verfahren entstanden ist, und welches es ist, das dem im Leben charakteristischen Zustande treuer entspricht. Dieses letztere Praeparat muss natürlich auch an anderen Stellen des Objektes solche Besonderheiten zeigen, die von den früheren Forschern wegen der schlechten Ausführung ihrer Praeparate nicht beobachtet werden konnten.

Darum habe ich es vorgezogen statt vieler Worte und langer Auseinandersetzungen viele Praeparate in reichen und instruktiven Mikrofotografien wieder zu geben, die die Verhältnisse in ihrer wirklichen Gestalt zeigen und nicht nur mit den ähnlichen Praeparaten der letzten fünfzehn Jahre, sondern auch mit sämtlichen diesbezüglichen Abbildungen zu vergleichen, die nicht nur in Deutschland sondern auch im übrigen Auslande seit der Labyrinthforschung erschienen sind.

Aus der Art unserer Wissenschaft folgt, dass durch die Entwicklung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden und durch die vergleichende Beurteilung der mikroskopischen Bilder nicht nur die bisher nicht gesehene feinere Beschaffenheit der lebenden Organismen geklärt wird, sondern auch die Lebensfunktionen der untersuchten Organe in ein neues und richtiges Licht gestellt werden.

Eine Menge von unbekannten Tatsachen ist während meiner Labyrinthuntersuchungen aufgetaucht, von welchen jene zuerst besprochen werden, die sich auf den schalleitenden Apparat beziehen.

Die Protocolumella und die Schalleitung.

Ich bin durch derartige Untersuchungen zu der Überzeugung gekommen, dass man, die so grosse Bedeutung besitzende Errungenschaft der vergleichend-anatomischen und

phylogenetischen Untersuchungen im Bezug des Funktionswechsels der Organe, eigentlich in seiner ursprünglichsten Form, wo noch beide ungetrennt in demselben Organ vorhanden sind, in den Knochenfischen aufzufinden vermag, wodurch eine reale Verwirklichung der Theorie in unserem mikroskopischen Bild ablesbar wird.

Nach vergleichend- anatomischen und phylogenetischen Betrachtungen ist das Mittelohr ein Apparat, der ursprünglich nur zur Atmung diente, der eine respiratorische Funktion hatte, durch Funktionswechsel aber in den Dienst der akustischen Aufgabe getreten ist.

Nun erweist es sich bei den Knochenfischen, dass mikroskopisch nachweisbare Bahnen vorhanden sind, die die Aussenwelt mit den Sinnesendstellen des Labyrinthes direkt verbinden.

Wie es nachgewiesen werden konnte, werden kollagene und grösstenteils elastische Fäserchen, die teils in der Wand der Kiemenarterien verlaufen, teils aber in der inneren Wandung der Kiemenhöhlenoberfläche sich ausbreiten, in der Nähe des vierten Kiemenbogens sammelt und werden an der Oberfläche des Dorsalstückes (*Pharyngobranchiale* OWEN) desselben zu dem Schädelwandabschnitt geführt, der den Sacculus enthält. (Bild. I. 1. II. 4, 5, 6, III. 7, 8, 9, IV. 10, 10 a, 10 b. *pcol*). Bei *Lebistes* aber findet man noch ganz eigentümliche Einrichtungen: besonders gestaltete kleine warzenförmige Körperchen (B. V. 10 c—e) am Grunde des vierten Kiemenbogens, in welchen die Fäserchen aus allen Richtungen konvergent, wie die Strahlen im Brennpunkt der Linse zusammenlaufen. Aus dem Körperchen läuft ein dickeres Faserbündel (B. 10 c) nach der erwähnten *Pharyngobranchiale*, der *Protocolumella* hin. Im Faserbündel sind die Fäserchen dicht zusammengefasst, so, dass es ein knochenförmiges Aussehen zeigt. Das Fäserchenbündel nimmt so an der Bildung der *Protocolumella* teil, aber in solcher Weise, dass seine Absonderung von der übrigen Knochensubstanz streckenweise noch gut wahrnehmbar ist. Das Faserbündel wird in der Nähe des Schädels bzw. der *Fenestra sacculi* wieder in seine Fäserchen aufgelöst.

Bei dem *Lebistes* findet sich in dem lockeren Gewebe bei Kiemenhöhle, das unmittelbar der *Protocolumella* aufgelagert

ist, eine längliche Blase (B. IV. 10 a, 10 b, e), die als Resonator funktionieren soll, da ein Teil der erwähnten elastischen Fäserchen bei Kiemenhöhle zuerst in die Wand derselben gelangen und dann an der Oberfläche der Protocolumella weiter laufen.

Der Kiemenbogenabschnitt, der als ein der Columella ähnlicher Knochen im weichen Gewebe zwischen der Schädelwand und der Kiemenhöhlenoberfläche liegt, behält seine stylus-ähnliche Form und Verbindungsaufgabe bei, die übrigen Dorsalstücke der ersten drei Kiemenbögen aber zeigen starke Veränderungen.

Die mässigen Formveränderungen der Protocolumella, die neben der Hauptgestaltung — d. h. die Verbindung zwischen Schädel und Körperoberfläche — vorhanden sind, stehen in erster Linie mit den sehr variablen Lageveränderungen der Zahngebilde der Knochenfische im Zusammenhang.

Die direkte Verbindung einiger Zähne mit dem Labyrinth konnte auch nachgewiesen werden.

An jener Stelle des Schädels, wo das Kiemenbogenstückchen: die Protocolumella, mit demselben in Berührung kommt, verliert die Wandsubstanz ihre Kontinuität und es bildet sich in ihr ein ziemlich einheitliches primitives Fenster, die Fenestra sacculi (*Lebistes*: Textabb. 3, 4 fs), bei *Phoxinus* aber verlieren nur die Knorpelzellen ihren Zusammenhang und die Zwischenräume werden durch die, von dem Kopfe der Protocolumella kommende Fasermasse ausgefüllt, wie es auf den Bildern I. 1. II. 4. III. 7. und auf Textabb. 2. zu sehen ist.

Die Protocolumella der Knochenfische, die mit dem Hammer der Säugetiere homolog ist, ist fest verbunden sowohl mit der Oberfläche, als auch mit dem Labyrinth. Sie soll als accessorischer Apparat zur Zuleitung der Schallwellen zum Sacculus dienen, aber nicht dadurch, dass sie mit ihrer ganzen Masse in Schwingungen gerät, sondern, dass nur die an ihrer Oberfläche und in ihrem Inneren sich befindlichen Fäserchen bzw. Fäserchenbündel in Schwingung geraten.

Dass bei dem Gehör der Fische nur dieser einzige Weg vorhanden ist, auf welchen die Schallwellen dem Sacculusabschnitt des häutigen Labyrinthes zugeführt werden, folgt daraus, dass es beim *Lebistes*, — einem Nicht-Ostariophysen,

trotzdem aber gut hörenden Fische — keine andere Möglichkeit gibt und beim Ostariophysen *Phoxinus* ausser diesem nur der, seit 1820 zuerst von E. H. WEBER gedachte Weg, durch den Sinus impar übrig bleibt, welcher aber ganz anderem Zwecke dient, wie es bei der Besprechung des neu entdeckten Sinusorgans im Sinus impar vollständig klar und unbestreitbar nachgewiesen wurde. Die Besprechung des Sinusorgans folgt im III. Abschnitt dieser Arbeit.

Wir müssen also bei den Untersuchungen der Knochenfische in der Phylogenie der Gehörknöchelchen mit einem neuen Element, mit dem oberen Gliede des 4. Kiemenbogens rechnen, welches in unmittelbarer Verbindung mit dem Sacculus steht. Der Sacculus dagegen, wie eben die Operationsversuche v. FRISCH am schönsten zeigen, ist einer der beiden Hauptglieder des Labyrinthes bei der Gehörtätigkeit der Knochenfische.

Nach unserem Befund kann nicht behauptet werden, dass das stabförmige Plectrum (auch Stilus genannt) der Urodelen aus dem Hyomandibulare hervorgeht. Das Hyomandibula ist bei den Knochenfischen der Protocolumella vorgelagert gleichfalls vorhanden, und ein Bestandteil dieses stark und verzweigend entwickelten Knochenkomplexes tritt mit dem Utriculus, also nicht mit dem Sacculus in Verbindung.

Es ist schwer anzunehmen, dass unsere Protocolumella, die mit der Ohrkapsel in unverkennbarer Verbindung steht, während der phylogenetischen Entwicklung der Wirbeltiere sich verschiebt, oder ganz verschwindet, um dem Hyomandibulare ihren Platz zu übergeben. Wie sich das Hyomandibula zu dem Labyrinth bei den Knochenfischen verhält, und welcher der schalleitende Knochen der Lagena ist, werde ich bei nächster Gelegenheit schildern.

Es ist bemerkenswert, dass der Stylus der Protocolumella der untersuchten Knochenfische in einigen Fällen von einer Arterie durchbohrt wird, (B. II. 5, 6.) was sich bei dem *Lebistes* (B. IV. 10. a) in Form einer starken Einkerbung zeigt. Wie wir wissen, ist dieses Merkmal sowohl für die Columella der *Coecilien*, wie auch für die Columella einiger Sauropsiden gleichfalls charakteristisch, ist aber auch für den Stapes der Säuger gültig.

Was nun den weiteren Verlauf der, von der *Protocolumella* zu der Labyrinthwand geführten Fäserchen und ihr Verhalten in der Sinnesendstelle betrifft, wird bei der Beschreibung des mittleren Abschnittes des *Sacculus* (s_2) eingehend behandelt werden.

Aus den erwähnten Tatsachen und gleichzeitig aus den an Vögeln und Säugetieren gemachten Untersuchungen folgt das Postulat, dass auch bei den Landbewohnern im Grunde genommen die Schallüberführung in das Labyrinth der Fische ähnlich ist.

Wenn, nach der HELMHOLZschen Resonanztheorie, die in der Basilarmembran unter dem CORTischen Organ querverlaufenden einzelnen bindegewebigen Fasern als Resonatoren funktionieren, so können die bei den Fischen unter den Sinneszellen, teils in der primitiven Basilarmembrane verlaufenden Fäserchen, die aber unmittelbare Fortsetzungen der bis zur Oberfläche des Körpers verlaufenden Fäserchen sind, gleichfalls als auf Schallwellen reagierende Gebilde betrachtet werden, die die Schwingungen besser und schneller übertragen können, als die übrigen Körperbestandteile. So kommen wir zu der Auffassung, dass schon an der Oberfläche des Tieres Fasern vorhanden sind, die durch die im Wasser entstandenen Töne in Mitschwingung versetzt werden. Das sind spezifische Fäserchen des Gehörorgans, die mit der Eigenschaft der Irritabilität ausgestattet sind, bei welchen die Schalleitung auf die Art einer Molekularbewegung vor sich geht. Nach unserer Folgerung von dem Einfachen zu dem Komplizierten, wird also nicht das Trommelfell als physikalischer Körper schwingen und nicht die Gehörknöchelchen Massenbewegung machen, wie auch nicht die Perilymphe des Vestibulums und nicht die Endolymphe der Schnecke schwingen, die ihre Schwingungen schliesslich den Fasern der Basilarmembran übertragen sollen, sondern die Schallschwingungen in der Luft werden direkt von diesen Fasern aufgenommen, die bis zur Oberfläche reichen und kontinuierlich bis zur Sinnesendstelle gelangen. Durch diese Fasern werden die Schwingungen viel schneller weitergeleitet, die zwar auf weit geringeren Reiz, als der, der notwendig ist, die genannten Körper in Schwingung zu bringen, da die Fäserchen fähig sind auf viel feinere Effekte zu reagieren.

Die verschiedenen Einrichtungen dienen teils zur Verstärkung der Töne und sonstiger Schwingungen, teils aber auch zur Stütze der Fasern, die durch die Fenestrae in die Labyrinthwand eindringen.

Die Endolymphflüssigkeit aber, in welcher eine dauernde Sekretion der Epithelzellen und eine fortwährende Umwandlung der Sekretkörnchen stattfindet, dient zur Isolierung der Sinnesendstelle und zum Schutz gegen unmittelbare Erschütterungen, die die Leitbahnen bei ihrer Funktion stören könnten. Die Schutzfunktion einer Flüssigkeit innerhalb des Organismus ist in der Lebewelt allgemein bekannt, es sei nur auf die Embryonalentwicklung der Lebewesen und auf das Fruchtwasser der Amnieten hingewiesen.

Die Gliederung des Sacculus der Ostariophysen und die Membrana propria.

Was nun die Beschaffenheit des Sacculus der Karpfenfische betrifft: bei Untersuchungen am *Phoxinus* und *Rhodeus* wurde bewiesen, dass dieser, in drei Abschnitte differenzierte Labyrinthteil in grossen Zügen folgende Beschaffenheit hat. (Textabb. 1.)

1. *Der rostrale oder vordere Abschnitt des Sacculus* (pars rostralis sacculi, s_1), der sich von dem Canalis utriculo-saccularis bis zum hinteren Abschnitt des Utriculus erstreckt, liegt zwar in einer trichterförmigen Knochenhülle, doch steht er an einigen Stellen seiner Wand, wo die Knochensubstanz unvollständig ausgebildet ist, mit dem hinteren Abschnitt des Utriculus in Verbindung, in welchem sich einige gröbere Faserzüge unmittelbar fortsetzen.

Die Membrana propria fehlt also nicht, wie es WERNER (Z. wiss. Zool. 131. 1928. S. 529) annimmt, sondern wie die B. I. 1, 3. II. 4. zeigen, ist sie an der medialen Seite in beträchtlicher Dicke ausgebildet; noch dicker ist sie jedoch an der Spitze des Trichters. Die Wandung ist mit verschiedenen hohen Epithelzellen ausgekleidet, die sich an der medialen Seite bis zu kubischen erhöhen.

Es ist sehr eigentümlich, dass das rostrale Ende des Septum longitudinale sacculi (sl), das pflugschar- oder muschel-

fussähnlich ausgebildet ist, sich bis in den rostralen Abschnitt des Sacculus erstreckt (B. II. 4. rechts). Die Beweglichkeit und Formveränderungsmöglichkeit des Septum, habe ich auch schon früher (Verh. Dtsch. Zool. Ges. 40. Zool. Anz. Suppl. 11. 1938.) erwähnt.

Hier wird auch die Wandsubstanz des Labyrinthes, die Membrana propria besprochen, die nach den älteren Forschern (HASSE, RETZIUS) aus dem sog. „Spindelknorpel“ besteht. Nach meinen Untersuchungen aber ist die Wand des Labyrinthes der Knochenfische eigentlich ein Netzsystem von verschiedenen breiten Kapillaren, die in einer homogenen, dichten und elastischen Zwischensubstanz (Intervasculasubstanz) verlaufen. (B. I. 2.)

Die homogene Intervascularsubstanz enthält auch Fasern und ist in einem Streifen unter der Epitheloberfläche dichter beschaffen (Basalmembran HENLE bei Säugetieren). Stellenweise kann beobachtet werden, wie die homogene Intervascularsubstanz den bindegewebigen äusseren Teil der Labyrinthwand überschwemmt und umändert.

Das Kapillarennetzsystem, welches aus verschiedenen breiten Aestchen besteht, zeigt mit Immersionsystemen untersucht, auch noch in den, mit kleineren Vergrösserungen homogen scheinenden Maschen, schön nachweisbare feinste Aestchen, als lichte Fädchen. Die Kapillaren enthalten Blutelemente, verschiedene Zellen und deren Derivate als verschiedene Gruppen von stärker lichtbrechenden aber schwer färbbaren Körnchen.

In der Wand der Kapillaren oder an der äusseren Wandoberfläche derselben laufen Fäserchen, die sich mit WEIGERTS Resorcinfuchsin dunkelviolet bis schwarz färben, es befinden sich aber auch solche Fäserchen, die mit BETHE-schen Toluidinblau gefärbt, als Neurofibrillen betrachtet werden müssen. Nach vitaler Methylenblaufärbung ist ein schönes Netz mit Varicositäten nachweisbar.

2. *Der mittlere Abschnitt des Sacculus* (pars media sacculi s₂) ist ein sehr wichtiger Teil in Beziehung der Aufnahme von Tonschwingungen, da bei diesem Teil die Verbindung mit der Aussenwelt durch elastische und collagene Fasern sicher nachgewiesen werden kann.

Über den mittleren Sacculusabschnitt, in welchem der die

vier Flügel haltende Teil des Otolithen liegt, wird noch im II. Teil meines Aufsatzes genauer die Rede sein.

Hier sei nur so viel bemerkt, dass der mittlere Abschnitt zwei, durch das Septum longitudinale vollständig getrennte, etwas gewunden verlaufende Kanälchen enthält, von welchen das eine dem eigentlichen Sacculus angehört, das andere aber die unmittelbare Fortsetzung des Canalis transversus bildet. Der Canalis transversus der sich in den Canalis utriculo-saccularis fortsetzt (B. II. 4. links, B. III. 7.) stellt einen unmittelbaren Weg zur Macula neglecta Retzii dar. Die Kanälchenhälften (*ct. s₂*) kommunizieren nicht in ihrer Länge miteinander, sondern nur durch den vorderen Sacculusabschnitt.

3. *Der hintere oder caudale Sacculusabschnitt* (*pars caudalis sacculi s₂*) ist der bemerkenswerteste für uns, da hier eine ganz eigentümliche Sinnesendstelle des Sacculus der Ostariophyten Knochenfische, die „*Vesicula saccularis caudalis*“, entdeckt wurde, welche ich schon in meinem in Gießen gehaltenen Vortrag als „eine im hinteren Sacculusabschnitt, bisher unbekannte Sinnesendstelle des Labyrinths von *Phoxinus*“ demonstriert habe. (Ver. Dtsch. Zool. Ges. 40. Zool. Anz. Suppl. 11. 1938. S. 205.)

Die meisten Forscher haben hier ausser dem Maculaepithel nur das stabförmige Otolithenende gefunden, welches nach DE BURLET und den münchener Zoologen „in einer gallertigen Masse eingebettet sozusagen die Drehungsachse des vorderen Teiles abgibt“. (Z. Anat. 89. 1929. S. 17.) Die Sache aber steht ganz anders.

Die *Vesicula saccularis caudalis*.

Im hinteren, sackförmig ausgebildeten Teil des Sacculus (Textabb. 1. *s₂*) ist über der medial liegenden Macula sacculi eine gut ausgebildete längliche Blase vorhanden, deren Wandung aus feinen Fäserchen besteht und ziemlich verschiedene Dicke hat. Die grösste Dicke der Blase misst 35 μ . Über den ventralen Rand der Blasenwand (B. VI. 11, 12. VII. 13—15.) erstreckt sich die Spange der Sagitta (*so*), die aber mit der Blasenwand in enger organischer Verbindung steht, indem die Fäserchen der Blase sich in dem Otolithen fortsetzen, oder man kann sa-

gen, dass sich die Fäserchen der Blase zum Körper des Otolithen verkalken. (B. VIII. 17, IX. 18, bei *t* und *so*).

Sowohl die Vesicula, als auch der Otolith werden von einer gallertigen Substanz umgeben, die letzten Endes auf zarte gallertige Kapillaren zurückzuführen sind, die ihren Ursprung in den lockeren Lymphkapillaren oder Saftkanälchen der Sacculuswand haben. (Textabb. 5. *gc* +). Da in diesem Falle über der Macula eine gut ausgebildete Blase vorhanden ist, kann das Tektorialgebilde „Vesicula tectoria“ genannt werden.

Was nun den Ursprung der die „Vesicula tectoria“ bildenden Fäserchen betrifft, so sind es:

a.) Fäserchen, die sich von der Wand der Gefässkapillaren abfasern, die reichlich unter der Basallamelle vorhanden sind und ein stark verzweigtes Kanalsystem bilden (B. VII. 14 v. VIII. 16 und Textabb. 5. *v*.)

Die unter der Basallamelle (Textabb. 5. *mb*.) befindlichen Kapillaren sind bei derselben Lichtung von sehr verschiedener Wanddicke, und zeigen einen steten Übergang von ganz dünnwandigen bis zu dickwandigen Querschnitten. Diese Verschiedenheit ist aber nicht auf die, zwischen den Arterien und Venen vorhandene zurückzuführen, sondern darauf, dass sich von der einen Kapillarenwand mehr Fäserchen ablösen, als von der anderen.

Die Kapillarwände sind im Querschnitt gesehen geschichtet, die einzelnen Schichten bestehen aus Fäserchen, deren Abzweigungen sowohl in fixierten als auch in vivo untersuchten Praeparaten schön zu verfolgen sind. Die Abzweigung der Fäserchen geschieht immer im rechten Winkel auf die Wandoberfläche, also unter einem Winkel von etwa 90° auf die Wandrichtung der Kapillaren.

Eine grössere Menge solcher Fäserchen läuft besonders beim ventralen Marginarium die Basalmembran durchbrechend hinauf, weiter zwischen den Maculaepithelzellen der Vesicula wand zu, ja auch in den Otolithenstab hinein, wie es bei Textabb. 5. zu sehen ist.

b.) Ausser den erwähnten Fäserchen, die die Hauptmasse der Vesicula tectoria bilden, sind als zweiter Bestandteil derselben die feinen Lymphkapillaren zu erwähnen, die als ganz dünnwandige zarte Röhrchen an den Seiten der Vesicula bei ihrer

Verbindung mit dem Maculaepithel stets stark zusammenfallen, in den oberen Wandteilen aber zwischen den Fäserchen als breitere Kanälchen schön zu verfolgen sind. Ebenso sind sie nachweisbar zwischen den Epithelzellen des Marginariums (*mg₂*), als breite lichte bauchige Spalten. Sie bilden in der Vesiculawand ein lockeres Netz (*cap*), hie und da mit blinden Ausläufern. Sie sind breiter, als die im Epithel befindlichen feinsten Blutkapillaren, die Mikrokapillaren.* Begleitet werden die breiteren Lymphkapillaren von einem Faserbündel, dessen sehr feine Fäserchen durch WEIGERTS Resorcinfuchsin dunkel violett gefärbt werden.

c.) Als dritter Bestandteil der Vesicula tectoria konnten zarte Fädchen nachgewiesen werden, die neben den früher erwähnten Kapillaren verlaufen und in die Tectoria eindringen. Diese Fädchen haben ganz die Färbung und das Aussehen zarter Neurofibrillen, die mit den im Epithel befindlichen Nervenfasern im Zusammenhang stehen. (Textabb. 5. *cap. f.*)

Die ganze Vesicula tectoria, die eine feine poröse Beschaffenheit hat, ist von einer gelatinösen Hülle umgeben (*gc*), wie es schon erwähnt wurde. In der gelatinösen Hülle sind Blutelemente (*lc*) in verschiedenen Zersetzungszuständen, sowie an ihrer Oberfläche Sekretkörnchen (*se*) vorhanden. Man kann in der Gelatinhülle die Bildung feinsten Fäserchen bzw. Lamellen (*gf*) nachweisen, die an der Oberfläche der Vesicula zur Verdickung derselben dienen.

Die sich von den subbasalmembranal Gefäßkapillaren abzweigende Fäserchen die durch die Membrana basalis durchdringen, rufen in derselben eine dichte Querschichtung hervor (Textabb. 5. *mb.*)

Die durch die Basalmembran durchdringenden Fäserchen laufen weiter nach oben in die lockere Schicht hinein, die unter dem Niveau der Epithelzellen gebildet wird, und hauptsächlich aus einem Geflecht von ziemlich breiten aber sehr zarten und darum leicht veränderlichen Lymphkapillaren und aus einem Geflecht von verschieden dicken Nervenfibrillenbündeln besteht. Aus dieser Schicht laufen die Gefäßwandfäserchen zwischen den Maculaepithelzellen bis zur Maculaoberfläche, wo

* Mikrokapillaren nenne ich die feinsten Blutkapillaren, die schon die Blutkörperchen nicht passieren lassen.

sie als feine Härchen in einen abgeschlossenen Raum heraustrücken, den wir Subtectorialraum (Textabb. 5. st) nennen werden.

In den Subtectorialraum gelangen aber auch solche Fäserchen (*f*), die etwas stärker sind als die oben erwähnten und die Fortsetzung derselben im Epithel als feine Kapillare nachweisbar ist.

Die in den Subtectorialraum eindringenden Fäserchen haften teilweise der unteren Oberfläche der Tectoria an, so dass sie wie Harfensaiten aussehen. Schön ausgespannte Saiten kann man besonders in der Nähe des Otolithenstabes in der Ecke zwischen dem Maculaepithel und dem Otolithen sehen, also dort, wo die Distanz zwischen Epitheloberfläche und Anhaftungsstelle noch ziemlich kurz ist. Stellenweise sind auch bei den mittleren Teilen der Maculaoberfläche sowohl feinere, als auch dickere Fäserchen zu finden, die zwischen der Epitheloberfläche und Vesicula tectoria ausgespannt sind, aber durch das Zusammenfallen der Vesicula etwas schlängelnden Verlauf haben. Viel grösser an Zahl sind jedoch die sehr feinen Härchen, aus welchen je eines nur hie und da zur Tectoria reichen, aber in der Menge als dichter Wald über dem Epithel lagern. Dies sind also die Fäserchen der zerfaserten Kapillarenwände. Ob die sehr feinen Härchen im Leben nur bis zu der Höhe reichen, welche das fixierte Bild zeigt, oder ob sie ausgespannt hinaufreichen bis zur Tectoria, die dann nach der Fixierung zusammengezogen, zerrissen sind, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Beweise sind reichlich vorhanden auch für den ersten Fall, aber es ist eine viel grössere Zahl von Präparaten da, in welchen ein ziemlich hoher und freier Faserwald zu sehen ist.

Jedenfalls konnte konstatiert werden, dass die Höhe der Härchen bei verschiedenen Individuen des *Phoxinus* trotz des gleichen mikrotechnischen Verfahrens verschieden ist. Ungleichmässigkeiten in der Fasernlänge finden wir auch bei *Silurus*, wo im Allgemeinen viel höhere Fasern zu finden sind.

Was nun die Verhältnisse der Innervation des Sinnesorganes betrifft, so können wir Nervenfibrillen finden, die 1. aus dem Maculaepithel hervortreten, und bis zur Tectoria reichen, 2. die über die Oberfläche des Epithels emporkommend im Subtecto-

rialraum zwischen den, über dem Epithel befindlichen Fasern („Haaren“) des Fäserchenwaldes frei endigen. Diese Fibrillen entsprechen den, von den früheren Forschern (CAJAL 1904. u. a.) bei Hühnerembryonen entdeckten freien Ausläufern, die aber in: meinen Praeparaten mit Kreosothaemalaun gefärbt wurden. Gleichfalls mit Kreosothaemalaun konnte ich um die „Haarzellen“ herum, welche nach meinen Untersuchungen eigentlich Drüsenepithelzellen sind, die dritte Art der Nervenendigungen, nämlich ein ziemlich breitmaschiges Netz sichtbar machen, welches bis zum distalen Ende der Epithelzellen reicht und ein Kapillarennetz um die Epithelzellen verfolgt.

Diese Netzformation entspricht den zu den epithelzellen hinzutretenden Nervenfasern, den perizellulären Endstrukturen, die z.B. durch das Imprägnationsverfahren von BIELSCHOWSKY und BRÜHL (1907) um die Haarzellen nachgewiesen wurden. Diese Netzformation steht bei den von mir untersuchten Fischen mit einem feinen Neurofibrillengitter in Zusammenhang, dessen Lagerung unter der Cuticularobefläche des Maculaepithels parallel derselben gerichtet ist.

Wie sich aus dem Verhalten der Nervenfibrillen zu dem Härchenwald der Fäserchen schliessen lässt, kann behauptet werden, dass 1. jede Bewegung der Kapillarwände auch die in Subtectorialraum befindlichen Nervenfasereindigungen berühren muss, da die Gefässfibrillen meistens im Kontakt mit den Nervenendigungen stehen, wodurch der Reiz auf diese übertragen, und von den Nervenfibrillen zu den Nervenzellen weitergeleitet wird. In den Nervenzellen endlich findet die Umsetzung der mechanischen Bewegung in physiologische Nervenerregung statt.

Wir müssen also nach diesen Befunden in der im hinteren Abschnitt des Sacculus sich befindlichen Macula samt der Vesicula tectoria ein Sinnesorgan annehmen, welches auf die Bewegung der Gefässwände anspricht. In den Bewegungen des Gefässsystems müssen nämlich sämtliche Bestandteile desselben teilnehmen und die Bewegungen auch auf die feinsten Fibrillen der Wände übergehen, die eine direkte Fortsetzung seiner Wand bilden.

Dass das Sinnesorgan auf den in den Gefässen vorhandenen Blutdruck zu reagieren vermag, folgt zweifellos aus

seiner vollkommenen Abgeschlossenheit und aus den Verhältnissen und dem Zusammenhang, in welchen in ihm die Kapillaren und Nervenelemente stehen.

Dass der Subtectorialraum vollkommen abgeschlossen ist, wird durch die Mikrofotogramme der Praeparate (B. VII. 13—15, VIII. 17, XI. 22, 23) zweifellos bestätigt. Die schalenförmig gebildete hintere Maculahälfte ist an ihrem caudalen, aufbiegenden Ende (B. 17, 18) vom dünnen Rande der Vesicula tectoria gedeckt, einer dünnen Membran, die von Fasern gebildet ist, welche zwischen den und durch die radiär gestellten Epithelzellen verlaufen und dem kaudalen Ende des Sagittastieles gerichtet sind. Die Fasern stammen von der Wand der Sacculus-artie. (B. VIII. 17. *av.*) Der Abstand des Otolithenstieles vom Epithel ist gering, meistens 2μ . Man kann Schnitte finden, wo aus dem Epithel austretende zarte Kapillaren mit dem Otolithen in Verbindung stehen. In ihrer Achse befindet sich ein feiner Streifen solcher Substanz, die nach verschiedenen Färbungen mit der Substanz des Otolithen identisch zu sein scheint, um so mehr da sie durch Apposition die Substanz des Otolithen vergrößert. Dass die Faser der Vesicula tectoria auch den Faserbestandteil des Otolithen bilden ist bei Bild. 17. 18 (*so*, *t*) schön zu sehen.

Die Vesicula tectoria setzt sich rostralwärts in die Otolithenmembran der vorderen Maculahälfte (mittlerer Sacculusabschnitt) fort, aber schliesst das rostrale Ende der hinteren Maculahälfte ab, wie es bei Bilder 20—23 (*t*) zu sehen ist. Das Maculaepithel verschmälert sich hier ziemlich und die Zellen werden bedeutend niedriger, wie es bei Bild 22—24. veranschaulicht ist. Die Vesicula tectoria ist ganz an den Epithelzellen der schalenförmig gebildeten Macula angeschmiegt. Über sie breitet sich aber der Otolith stark aus und bildet eine eigentümliche Verdickung (B. X. 21. links und mit stärkerer Vergrößerung B. XI. 23. *so*.) An dieser Stelle befindet sich nämlich der Übergang zu dem geflügelten Abschnitt des Otolithen, weiterhin die Verwachsung der weichen Labyrinthwände und zwar des Septum longitudinale sacculi (*sl*) und des mittleren Wandabschnittes des Canalis transversus (*ct*). Die Umhüllung des Otolithenästchens von einem Teil des Septum ist auf Bild XI. 23 und XII. 24. schön zu sehen.

Der Inhalt des Subtectorialraumes ist eine homogene Substanz die gegenüber dem Inhalt des Sacculusraumes konsistenter und visköser ist. Diese homogene Substanz verändert ihre Ausdehnung, indem sie bald bis zur Höhe der „Haare“ reicht, bald aber den ganzen Hohlraum ausfüllt. Man kann im Subtectorialraum gelegentlich ein lockeres Lakunensystem, immer aber Sekretkörnchen finden die in verschiedenen Schnitten, nach ihrer Menge und Beschaffenheit verschieden sind. Sekretionstätigkeit können wir noch bei den, den Sacculus auskleidenden Epithelzellen finden; diese Sekretkörnchen sind aber ihrem Aussehen und Struktur nach von denen im Subtectorialraum vorhandenen, abweichend. Da von aussen kein Sekretkörnchen in den Subtectorialraum gelangen kann, so können sie nur von den Maculaepithelzellen stammen. Röhrchenförmige Verlängerungen können zwischen und auch über den Maculaepithelzellen bemerkt werden. Diese Fortsetzungen über den Epithelzellen fallen aber zusammen und bilden dann ein haarähnliches Gebilde (Textabb. 5. bei *c.* und *1.*). „Haare“ werden als Kutikulargebilde über den Epithelzellen und zwar aus der schmalen Kutikularschicht gebildet, welche als eine zusammenhängende hautartige Schicht über den Epithelzellen liegt, wie eine ähnliche Schicht über den Darmepithelzellen der Wirbeltiere. Die verschiedenen Formen der „Haare“ sind auf Textabb. 5. 1—5. wiedergegeben.

Als wichtigstes, betreffs der feineren Beschaffenheit der Haargebilde im Labyrinth sei hervorzuheben, dass ein Unterschied gemacht wird zwischen Haaren die eigentlich Faserfortsetzungen darstellen und Haaren die durch eigentümliche Formationen der Kutikulardeckung gebildet werden. Diese letzteren sind Röhrchengebilde in verschiedenen Erscheinungszuständen.

Wir müssen im Anschluss an die hier veröffentlichten Bilder (B. 25—30.) noch einiges über den ventralen Flügel bzw. Fuss des Otolithen bemerken. Dass der ventrale Fuss mit dem Maculaepithel in Verbindung steht, habe ich schon früher (1938. S. 196 u. ff. Abb. 1.) ganz klar nachgewiesen. Dieser Flügel bzw. Fuss kann als „freier Flügel zum Auffangen der Schallwellen“, wie ihn übereinstimmend mit DE BURLET die münchener Zoologen nennen (v. FRISCH 1938. p. 705.), nur von den For-

schern genannt werden, die bessere Praeparate als jene, die ihrer Auffassung Grund gegeben haben, nicht sehen konnten.

Das Bild. 25. zeigt deutlich, wie der Lagenolith indirekt auch das Maculaepithel des Sacculus deckt. Sämtliche Bilder zeigen deutlich die innere Struktur des Lagenolithen, die Kammerbildungen, durch welche m. Erachtens die Schutzwirkung gegenüber den mechanischen Wirkungen besser entfaltet werden kann. Diese Bilder sind stark abweichend von denjenigen des Lagenolithen in den neueren Abhandlungen, die als geschrumpfte stark gefärbte kompakte Klumpen photographiert werden. (FRISCH 1938. Abb. 6. S. 707, Abb. 7b. S. 710. u. a.)

Wie das Bild. XII. 25. und andere Querschnitte zeigen, ist die blasige, kammerhaltende Beschaffenheit des Lagenolithen über dem Sensorialteil der Macula lagenae am prägnantesten ausgebildet.

Bei dem Marginarium ist die deckende Partie des Otolithen schon ganz schmal. Wie das Bild. XIII. 26. zeigt, hört dort, wo das Foramen sacculo-lagenare (*for*) sich auszubilden anfängt, auch der Lagenolith (*lo*) auf, im Sacculusraum (*s₁*) dagegen fängt der ventrale Flügel, bzw. Fuss (*v*) sich an auszubilden und zwar zuerst das mit dem Epithel in Verbindung stehende Ende desselben. In Serienschritten ist es schön zu verfolgen, dass je breiter das Formen wird, umso mächtigere Ausbreitung der ventrale Flügel (*v*) erreicht, welcher dann das ventrale Marginarium der Macula sacculi deckt. Die mit Epithel in Verbindung stehende distale Kante des ventralen Flügels zieht also weiter caudalwärts, als sein, den Stab oder Rumpf berührender proximaler Teil. Infolgedessen treffen wir in transversalen Schnitten zuerst kleine selbständige Schnittstücke, wie die Praeparate (B. VIII. 26. rechts v. und B. 27—28 rechts und links v) zeigen.

Bei eingehender Untersuchung kann festgestellt werden, dass die Ursprungsstelle des Flügels auf die Kapillaren zurückzuführen ist, welche in der Nähe des ventralen Flügels in der Labyrinthwand immer aufzufinden ist. Eine Abzweigung der schwach färbbaren Wand dieser Kapillare bildet das Verbindungsmaterial des Otolithen mit den Epithel, und zeigt nach ihrer Gestaltung verschiedene Endigungsform des gut färbba-

ren Flügels, mit welcher er das Epithel berührt. Das Ende des Flügels im Querschnitt kann röhrenförmiges oder halbmondförmiges Aussehen haben, kann ins Epithel eindringen, kann sich aber etwas verzweigen, wie es auf B. XIV. 29. zu sehen ist. Nach Schrumpfung jedoch kann er verschieden weit von Epithel stehen, wie es ausnahmsweise sogar in meinen Praeparaten zu sehen ist.

Bei stärkerer Vergrößerung (B. XIV. 30) ist der Zusammenhang der schwach färbbaren Flügelbestandteile mit den unter ihm befindlichen Kapillaren gut zu verfolgen, und es ist klar sichtbar, wie durch gutes mikrotechnisches Verfahren die Beschaffenheit des Flügels und seine Verbindung mit dem Epithel wiedergegeben werden können.

Das von dem ventralen Flügel gedeckte Maculaepithel stellt ein zweireihiges Drüsenepithel dar, welches bei den *Siluriden* ziemlich dünn in Querschnitt ist, bei dem *Phoxinus* aber stellenweise bedeutend hohe Zellen aufweisen kann. (B. XIV. 29, 30. mg.). In diesem Drüsenepithel ist die Produktion der Sekretkörner auffallend (B. XIV. 29). Unter diesem „Randepithel“ befindet sich ein Hohlraum mit ziemlich dickflüssigem Inhalt, in diesem aber ein elastisches Maschenwerk, aus sehr feinen, mit WEIGERTS Resorcinfuchsin violett gefärbten Fasern. Die Fasern, die aus dem Perioste des Occipitale basale entspringen, dringen durch das Randepithel und bilden teilweise den Faserbestandteil des ventromedialen Flügels (Fusses) des Otolithen, teilweise aber bilden sie an der inneren Oberfläche des ventromedialen Flügels (*mv*), ein dichtes Fasergerüst, welches im Subtectorialraum durch seine Färbung und Beschaffenheit schön hervortritt. Zuletzt laufen Teile dieser elastischen Fasermenge unter dem Maculaepithel des Sacculus also in Membrana propria fort und bilden hier ein lockeres Netz, aus welchem Verzweigungen durch das Sinnesepithel gleichfalls in den Subtectorialraum gelangen. Dies ist die Fasermasse, die mit der Protocolumella in Verbindung steht wie es schon früher auch bei *Lebistes* mitgeteilt wurde (FARKAS 1938.).

Wir können also in subotolithischen Raum des mittleren Sacculusabschnittes die Ausbildung eines Netzsystems der zuleitenden Fäserchen feststellen.

Über das, schon in diesen Bildern veranschaulichte Or-

ganum sinus imparis (os) wird in der nächsten Abhandlung eingehend berichtet.

Erklärung der Mikrophotogramme auf den Tafeln I—XIV.

Die Mikrophotogramme wurden mit Hilfe der *Romeis-Reichert* Kamera und mit Anwendung von verschiedenen Objektiven und Okularen aufgenommen. Die Reproduktion geschah nach Abzügen von den unretuschierten Originalplatten.

Fixierung: Formol-Alkohol (70% alk. 100 ccm + Formalin (Scheering) 10 ccm.

Einbettung: Celloidin-Paraffin. Die Schnitte waren 2—15 μ dick, und mit Kreosothaemalaun-Pikrinsäure-Fuchsin S. (Kh. P. F. *Farkas*); *Biondi-Ehrlich-Heidenhain* (B. E. H.), Resorcinfuchsin *Weigert* gefärbt.

1—9 Elritze (*Phoxinus laevis* Agass.)

1. Querschnitt durch den vorderen Abschnitt des Sacculus (s_1) Kh. P. F. Obj. Apochr. 8m/m. Leitz, Comp. Oc. Zeiss. IV.

2. Teil eines Querschnittes durch die mediale Wand des linken Sacculus in der Nähe der Canalis utriculo-saccularis. Res.-fuchsin *Weigert*, $\frac{1}{12}$ " Homog. Imm. Reichert Comp. Oc. IV. Zeiss.

3. Teil eines Querschnittes durch die untere mediale Wandpartie des Sacculus, ungefähr wie bei Abb. 1. Färbung: Kh. P. F. Vergr. wie bei Abb. 2.

4. Etwas schräg getroffener Querschnitt durch den Kopf der Elritze an der Stelle, wo der Canalis transversus (ct) in den Canalis utriculo-saccularis (cus) übergeht (links). Rechts ist der Übergang schon abgesperrt und das Lumen liegt zwischen dem mittleren und dem vorderen Sacculusabschnitt. Unten die beiden Protocolumellae.

Kh. P. F. Apochr. 16m/m Leitz, Comp. oc. IV. Zeiss.

5., 6. Partien aus zwei nacheinander folgenden Horizontalschnitten durch die rechte Protocolumella (pcol) mit durchdringender Kiemenarterie (ka).

7. Partie aus einem transversalen Schnitt durch den linken Labyrinth mit der Protocolumella bei dem Übergang zwischen dem Canalis transversus und dem Canalis utriculo-saccularis bzw. Utriculus Kh. P. F. Obj. 3. Reichert, Oc. Huygh. II. Reichert.

8. Distale Partie der Protocolumella mit Ansammlung der elastischen Fäserchen. Res. fuchs. *Weigert*. Obj. Apochr. 4m/m corr. Leitz Comp. Oc. IV. Zeiss.

9. Partie aus einem transversalen Schnitt durch den mittleren Abschnitt (s_2) des Sacculus. Färb. Verg. wie bei Fig. 7., der Schnitt ist aber aus einer anderen Elritze verfertigt.

10—10e. Schnitte durch verschiedene Teile des Kopfes der Guppy (*Lebistens reticulatus* Pet.)

10. Partie aus einem Horizontalschnitt durch den Kopf der Guppy in der Höhe der Bulla sacculi, bei der Berührung derselben mit der Protocolumella.

Fixierung, Färbung wie bei Abb. 7. Vergr. Obj. aa Zeiss Comp. Oc. IV. Zeiss.

10a. Partie aus einem transversalen Schnitt durch den Kopf bei der Berührung der Protocolumella mit dem, den Sacculus enthaltenden Schädelteil.

Kh. P. F. Obj. Apochr. 8m/m. Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

10b. Das Bild zeigt die resonierende Blase (e) bei der Protocolumella, mit elastischen Faserzügen an ihrer Oberfläche, die dann später an der Oberfläche der Protocolumella zur Fenestra sacculi und durch diese zur Macula sacculi verlaufen.

• Weigert Res.-fuchs. Obj. Apochr. 4m/m. corr. Leitz. Comp. Oc. IV. Zeiss.

10c. Partie aus einem transversalen Schnitt durch die 4. Kiemenwurzel. Rechts der Kiemenhöhle ist die Warzenbildung aus konvergenten Fäserchen und die Faserschnur zu der Protocolumella zu sehen. Kh. P. F. Obj. Apochr. 4m/m. corr. Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

10d. Warzenbildung aus einem anderen Tiere und in etwas abweichender Erscheinungsform wie bei Fig. 10c.

10e. Warzenbildung wie bei 10 d. Färbung und Vergrößerung wie bei 10c.

11–20. Schnitte durch den hinteren Kopfabschnitt der Elritze (*Phoxinus laevis* Agass.)

11. Transversaler Schnitt des Kopfes durch die hintere Labyrinthregion. Querschnitt durch die Lagna und den caudalen Sacculusabschnitt (s_3) mit Beginn der Vesicula saccularis caudalis.

Färbung Kh. P. F. Vergrößerung: Apochr. 16m/m. Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

12. Schnitt aus derselben Serie, wie das Praeparat der Abb. 11., aber cca 65 μ vor diesem im rostraler Richtung.

Färbung und Vergrößerung wie bei Abb. 11.

13. Schnitt aus der Serie des Praeparates der Fig. 11. aber cca 120 μ vor diesem in rostraler Richtung.

Auffallend ist die Zunahme der Vesicula saccularis caudalis und die Struktur des Lagenolithen, der bei den früheren Forschern als dunkler Patzen erscheint. Im Atrium sinus imparis das Sinusorgan (so). Färbung und Vergrößerung wie bei Abb. 11.

14–15. Querschnitte durch die Vesicula saccularis caudalis ungefähr durch ihre Mitte Kh. P. F. Vergr. Obj. $\frac{1}{12}$ " homog. Immers. Reichert, Comp. Oc. IV. Zeiss.

16. Querschnitt durch die Vesicula saccularis caudalis wie bei Abb. 15. aber aus einem anderen Tiere und mit Weigerts Res.-fuchs. gefärbt. Vergr. Obj. Apochr. 4m/m. corr. Leitz. Comp. Oc. IV. Zeiss.

17–19. Horizontalschnitte aus der Schnittserie durch den Kopf in welchen die Vesicula saccularis caudalis in der Länge getroffen ist. Färbung Kh. P. F. Vergr. Obj. $\frac{1}{12}$ " Homog. Imm. Reichert, Comp. Oc. IV. Zeiss.

17. Partie aus dem Endteil der linksseitigen Vesicula saccularis caudalis mit der Macula, der Vesicula tectoria und Otolithenstabes.

18. Wie bei Abb. 17. aber aus der rechtsseitigen *Vesicula saccularis caudalis*.

19. Partie aus der *Vesicula tectoria*, mit Sekretkörner im Subtectorialraum.

20—21. Horizontalschnitte durch den Kopf in der Höhe des Occipitale basale mit Längsschnitten der *Vesicula tectoria* der Lagenae und des *Canalis transversus*. Oben: Chiasma einer *Acusticus* Verzweigung. Färbung Kh. P. F. Verg. Obj. Apochr. 16m/m. Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

22—24. Partien aus der Schnittserie durch das der Länge nach geöffnete rostrale Ende der *Vesicula saccularis caudalis*.

22. Das rostrale Ende der *Vesicula saccularis caudalis*. Kh. P. F.

Apochr. 4m/m. corr. Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

23. Partie aus dem rostralen Ende der *Vesicula saccularis caudalis*.

Die Angrenzungsstelle des *sacculo-lagenaren Vestibulums*, des *Canalis transversus* und der *Vesicula saccularis caudalis*, sowie die Verwachsung des Otolithen mit dem Längsseptum zeigend.

Obj. $\frac{1}{12}$ " Homog. Imm. Reichert, Comp. Oc. IV. Zeiss.

24. Wie bei Abb. 23 aber aus einen anderen Schnitt der Serie.

25—28. Transversalschnitte durch das hintere Ende des Kopfes. Querschnitte durch das Labyrinth, die verschiedene Gestaltungen des Foramen *sacculo-lagenare* darstellen und die Verhältnisse des ventralen Flügels bzw. Fusses zum Epithel zeigen.

Kh. P. F. Vergr. Apochr. 16m/m Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

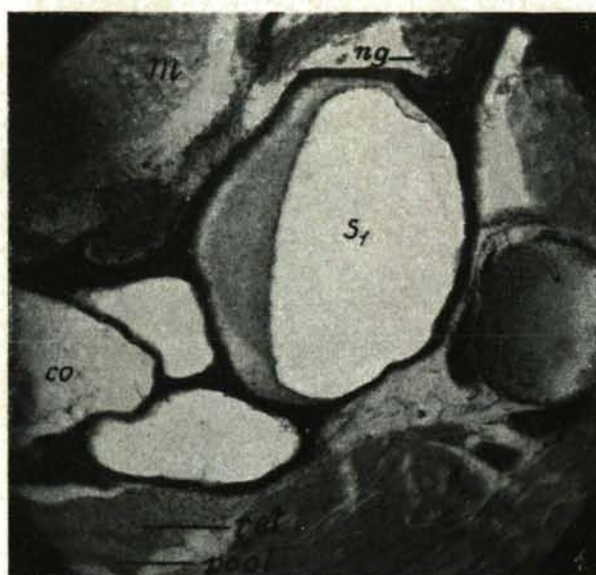
29. Querschnitt durch die *Macula sacculi* und den *Saccolithen* bei welchem der lateroventrale Flügel (Fuss) schon vollständig, der dorsomediale Flügel (Fuss) aber noch nicht ausgebildet ist. Der das elastische Netzwerk enthaltende Hohlraum ist gut zu sehen, wie auch die Fäserchen und die Sekretkörnchen über dem ventralen *Marginarium*.

Die weissen Schichtungslinien im Otolithen sind nach dem originalen Praeparat mit weiss nachgezogen.

Obj. Apochr. 4m/m corr. Leitz, Comp. Oc. IV. Zeiss.

30. Partie aus dem Querschnitt des hinteren *Sacculusabschnittes* Bild 27. links (s_2), aber mit stärkerer Vergrößerung.

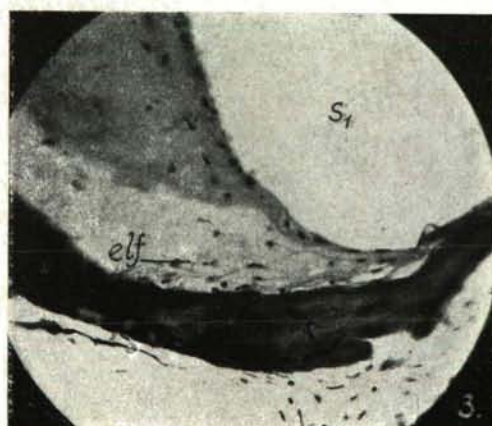
Kh. P. F. Vergr. $\frac{1}{12}$ " Homog. Imm. Reichert, Comp. oc. IV. Zeiss.



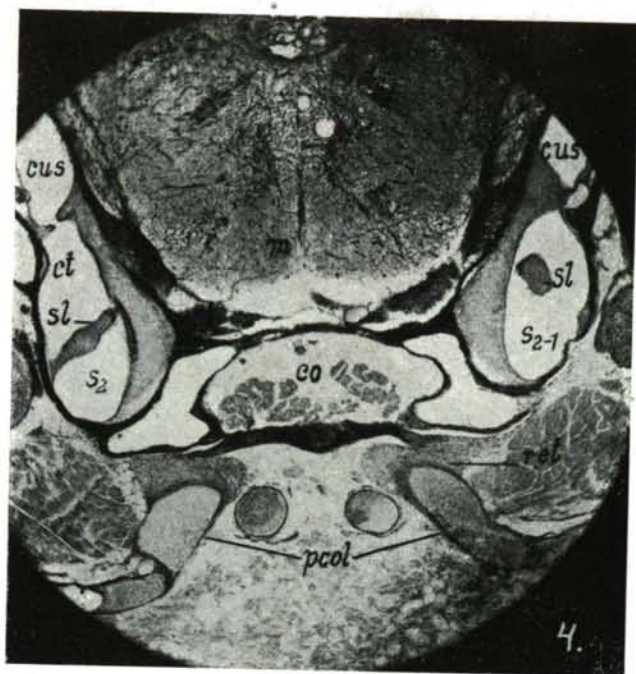
1. kép.



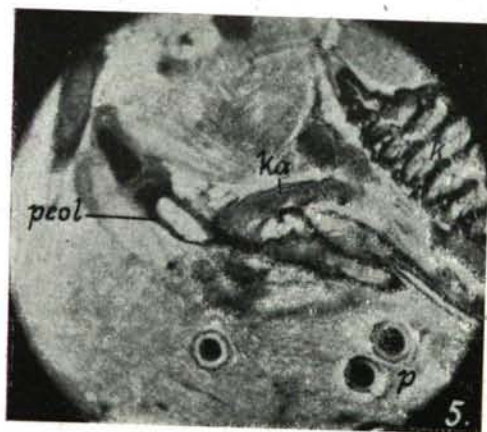
2. kép.



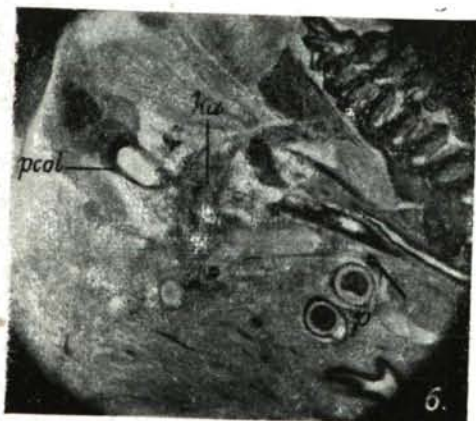
3. kép.



4. kép.



5. kép.

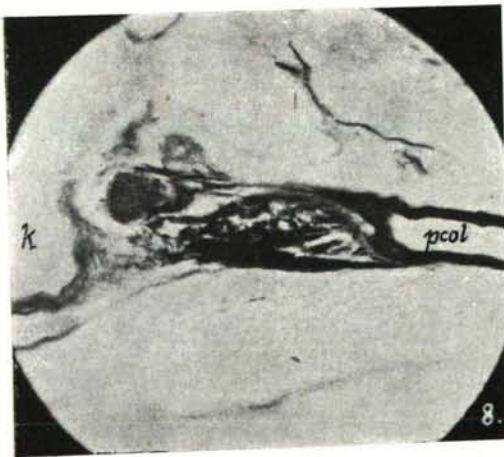


6. kép.

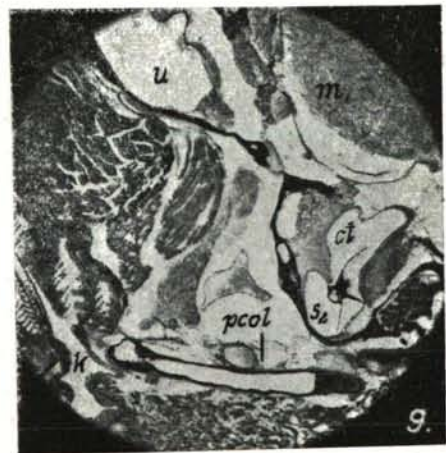




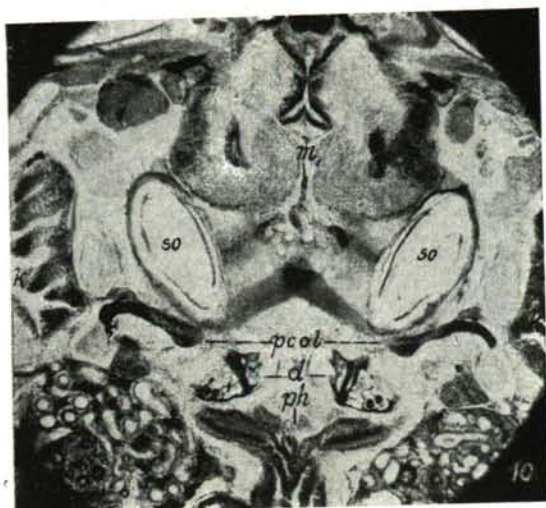
7. kép.



8. kép.



9. kép



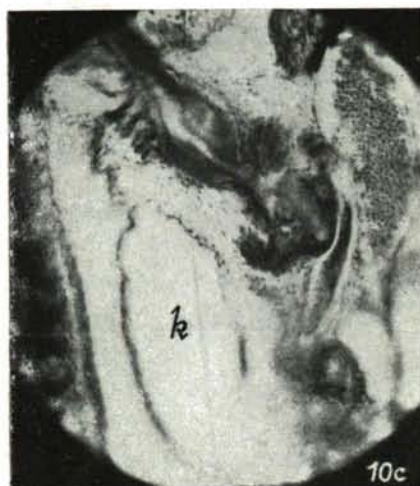
10. kép.



10a. kép.



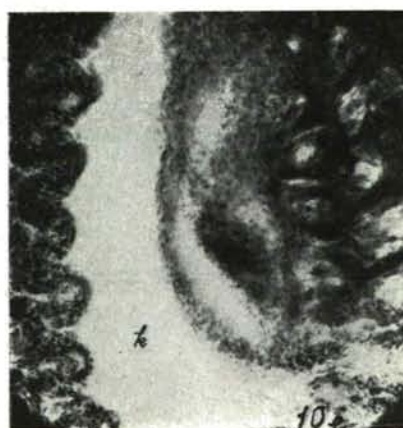
10b. kép.



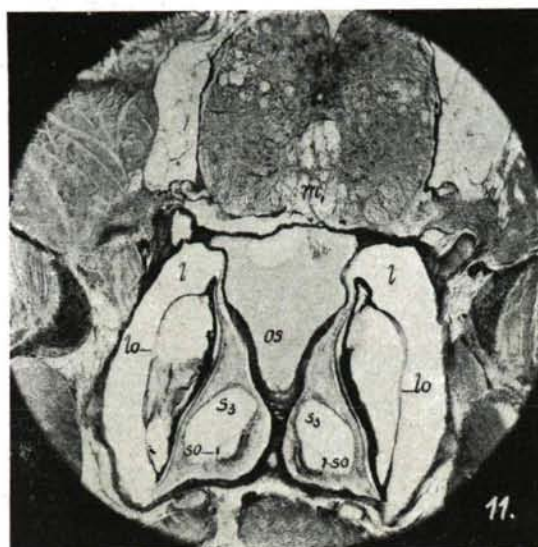
10c. kép.



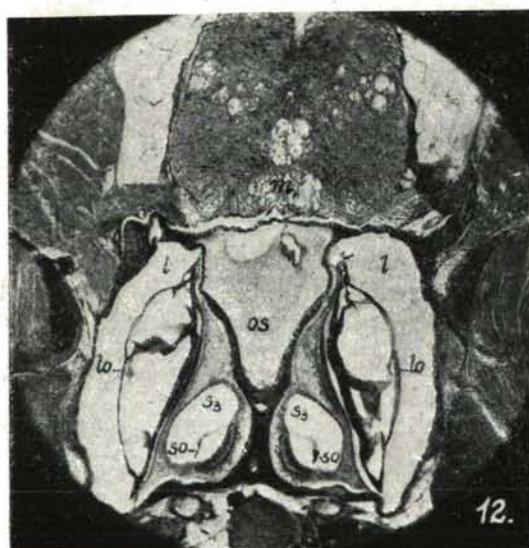
10d. kép.



10e. kép.

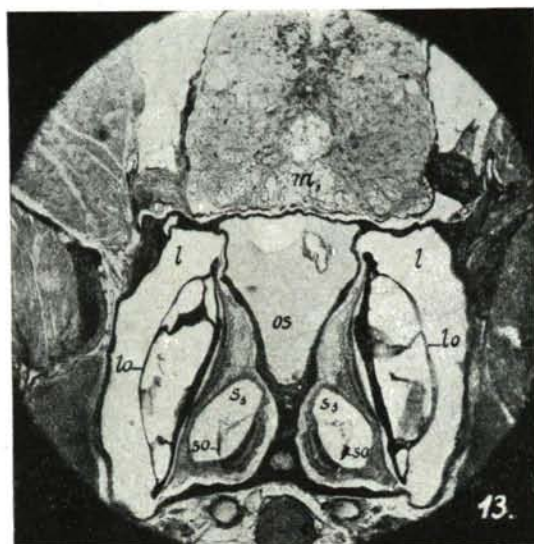


11. kép.

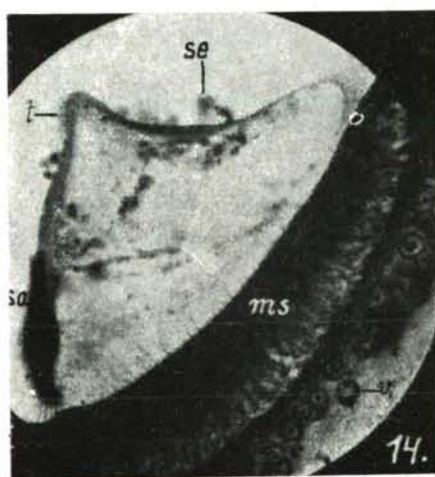


12. kép.

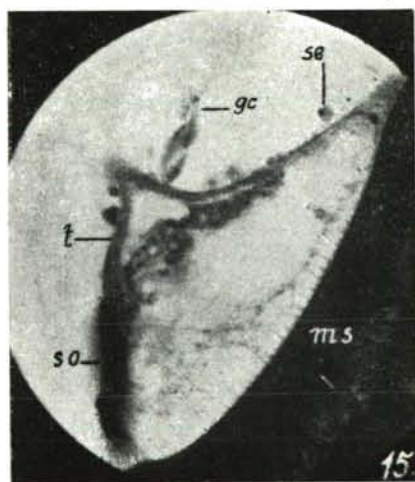
Farkas phot.



13. kép.

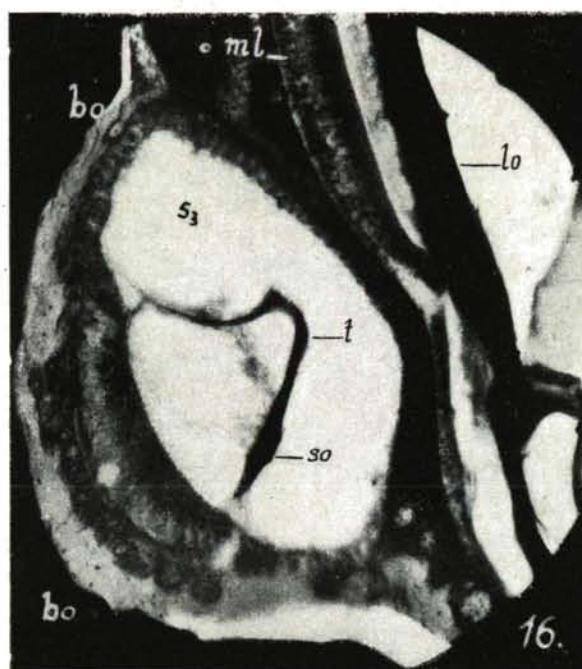


14. kép.

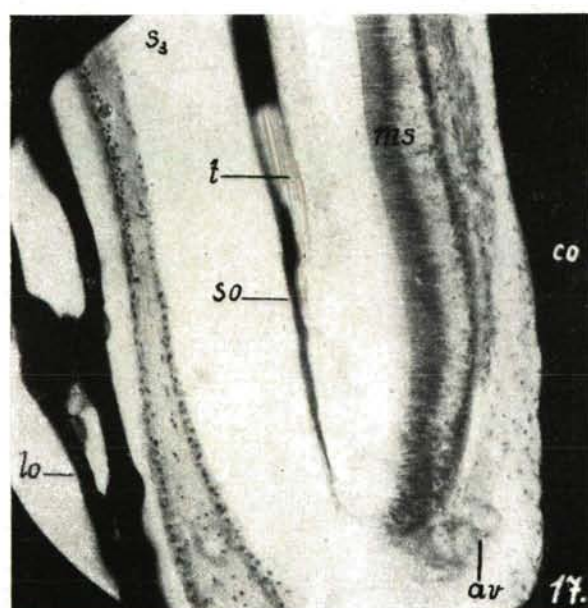


15. kép.

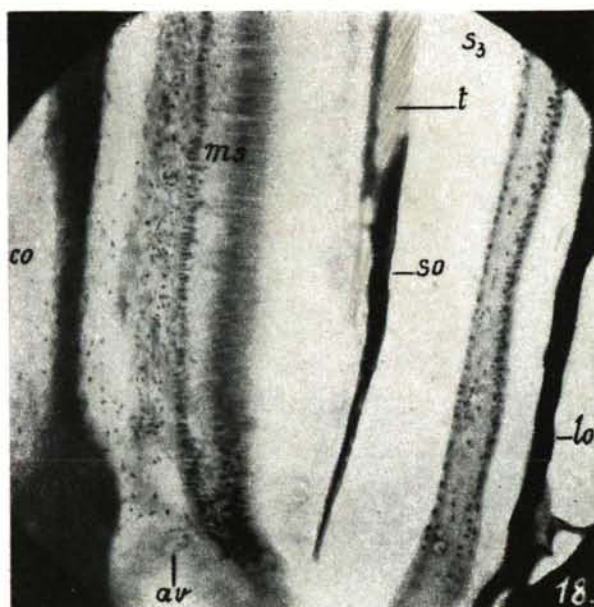




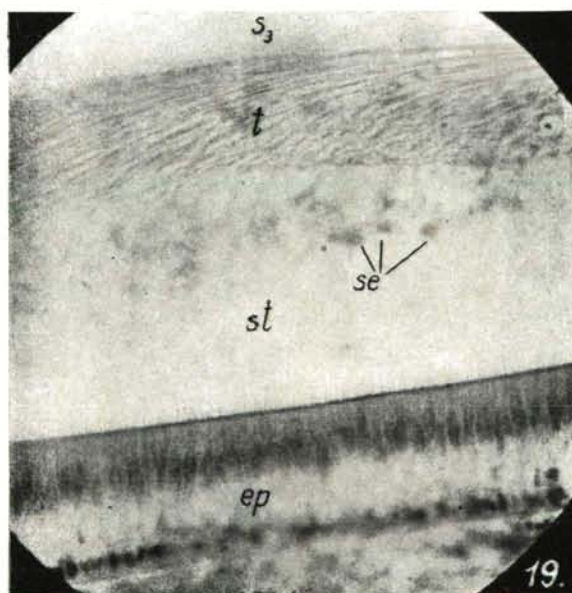
16. kép.



17. kép

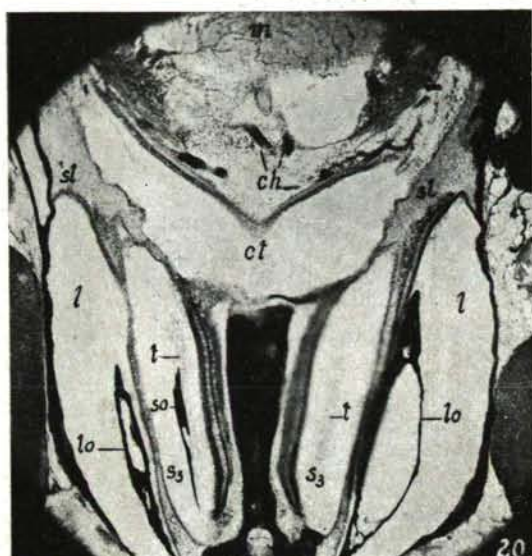


18. kép.

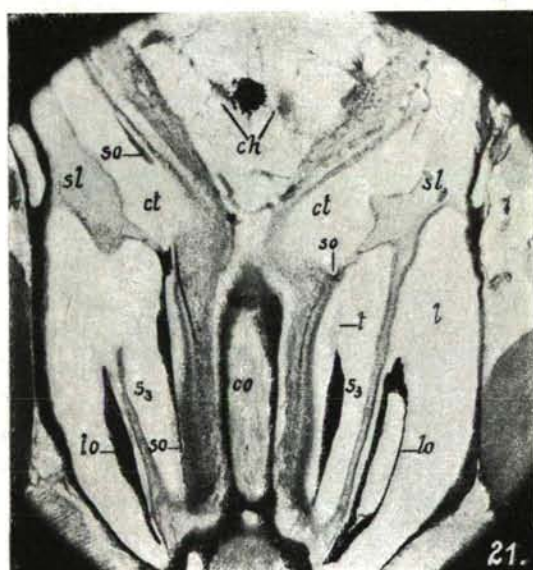


19. kép.

Farkas phot.

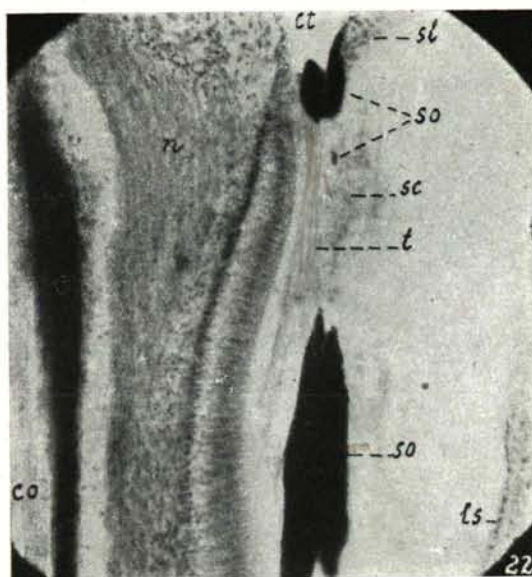


20. kép.

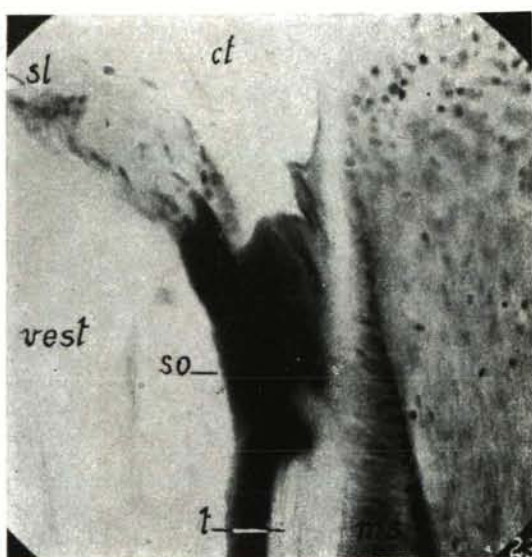


21. kép.

Farkas phot.



22. kép.

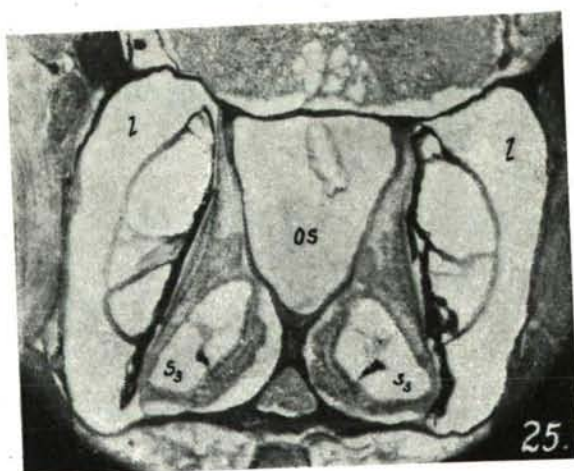


23. kép.

Farkas phot.

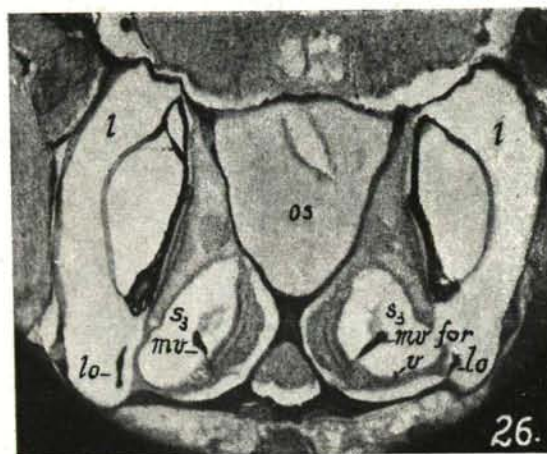


24. kép.

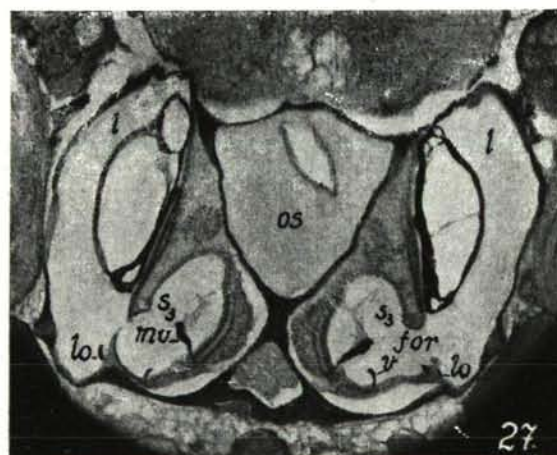


25. kép.

Farkas phot.

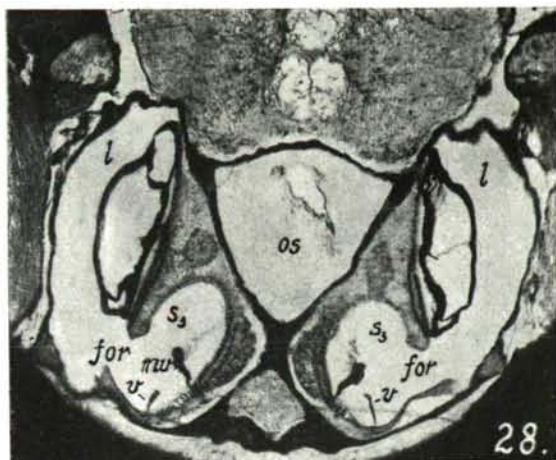


26. kép.

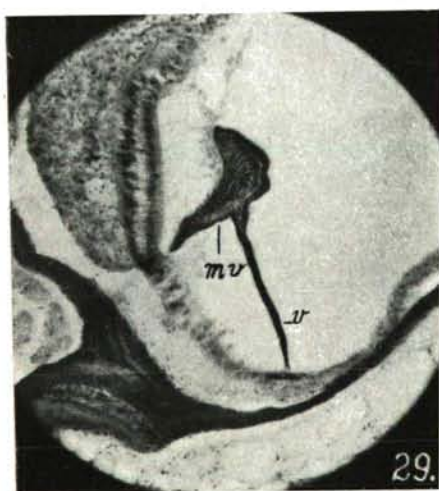


27. kép.

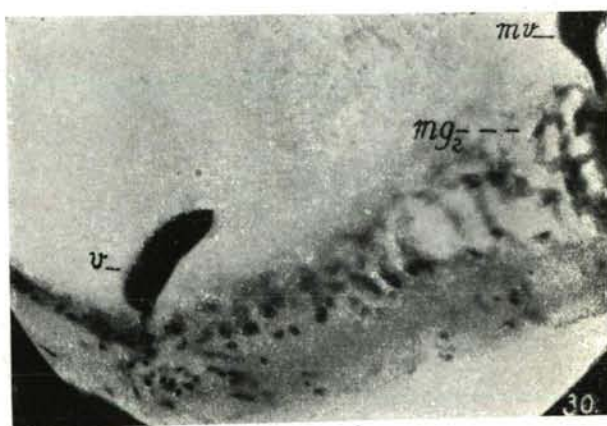




28. kép.



29. kép.



30. kép.



1 9 4 3
SZEGED
VÁROSI
NYOMDA
RT.